



Level Up – Um jogo móvel para aprender matemática

Miguel Duarte de Santos Viola

Mestrado em Engenharia Informática
Especialização em Engenharia de Software

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor Manuel João Caneira Monteiro da Fonseca

Agradecimentos

Não fazia sentido terminar este trabalho, esta etapa da minha vida, sem agradecer a todos aqueles que me acompanharam e estiveram presentes no decorrer do mesmo.

Ao Professor Manuel Fonseca, pela excelente orientação, organização, disponibilidade e desafios que lançou ao longo do trabalho.

À Professora Rita Quintela por todo o seu contributo, ideias e por ter disponibilizado o Externato Eduarda Maria para realizar os testes.

Aos alunos do Externato Eduarda Maria que participaram nos testes e a todos os outros participantes dos testes do *backoffice* pela disponibilidade.

Aos meus amigos da faculdade, Bernardo, Gustavo, Pedro e Rafa por terem feito com que os momentos que passei aqui fossem inesquecíveis.

Aos meus Avós, Pais, Tios e Irmã por me terem proporcionado fazer este percurso e pela calma e força que me transmitiram durante o mesmo.

À minha Lu, pelo apoio e força incondicionais. Por estar sempre ao meu lado nos bons e maus momentos e pela paciência que tem em aturar-me todos os dias.

”O único lugar onde o Sucesso aparece antes do Trabalho é no dicionário”

Resumo

A geração atual, os *nativos digitais*, nasce num mundo digital, com elevado conhecimento tecnológico, fácil acesso à internet e elevada exposição a jogos. Tipicamente, os jogos apresentam características comuns que os tornam atrativos e viciantes, pelo que uma grande percentagem dos jovens desta geração despende várias horas por dia a jogar. A utilização das características associadas a jogos em aplicações educativas, assim como a utilização de jogos orientados à educação, é do maior interesse para o avanço do modelo atual de educação.

Através do estudo e análise de algumas soluções com carácter educativo, identificámos as características que considerámos mais relevantes para avaliar as soluções. Com base nesta análise percebemos que, de uma maneira geral, os jogos apresentam maior abstração educativa do que as aplicações. Para além disso, verificámos também que não existem jogos que forneçam uma análise de desempenho da prestação do utilizador. Estes dois fatores levaram-nos a desenvolver um jogo móvel para ensino de matemática destinado a crianças (entre os quatro e os sete anos) e uma plataforma de *backoffice* para visualização e análise de métricas destinado a encarregados de educação e professores.

A solução desenvolvida integra a componente tecnológica com o ensino de uma forma subtil, o que se traduz numa maior vontade de utilizar a solução por parte das crianças. Consequentemente, as crianças são submetidas a um maior número de desafios. Adicionalmente, a existência de um mecanismo de recompensa (cromos), faz com que os alunos utilizem mais o jogo e fiquem assim expostos durante mais tempo a conteúdo educativo.

O jogo foi testado em duas turmas, uma de pré-primária e outra de primeiro ano, enquanto a plataforma de análise de métricas foi testada em professores e potenciais encarregados de educação. Os testes demonstraram não só que os alunos compreenderam o conceito do jogo mas também sentiram vontade de o jogar novamente, o que nos leva a concluir que gostaram de utilizar a solução.

Por sua vez, os resultados dos testes ao *backoffice* revelaram que tanto os utilizadores normais como os professores o utilizam de forma semelhante, o que nos leva a deduzir que a interface desenvolvida funciona bem para os potenciais utilizadores da plataforma: encarregados de educação e professores.

Palavras-chave: Ensino, Jogos, Gamificação, Aplicações

Abstract

The current generation, the *digital natives*, was born in a digital world, with high technological knowledge, easy access to the internet and high exposition to games. Generally, games have common characteristics that make them attractive and addictive. This is why a large percentage of teenagers spend several hours a day playing computer games. The use of characteristics associated with games in educative applications, and the use of education driven games is of the utmost importance to the advance of the current model of education.

With the study and analysis of several education based solutions, we identified characteristics that, from our point of view, are the most relevant in order to evaluate the studied solutions. With the gathered data, we figured out that games present a better education abstraction when compared to applications. Besides that, there is not any mobile game with high education abstraction along with an external platform that provides the analysis of metrics associated with the use of the game. Having this into account, we developed a learning game for children (between four and seven years old) with its main focus on the playability so that it introduces the educational concepts in a subtle way, along with a support platform that allows tutors and teachers to evaluate metrics about the performance of the students.

The developed solution integrates both the technological and education components in a subtle way. This translates into an increased motivation to use the game by the children. Consequently, children are exposed to a bigger number of challenges. Additionally, the existence of a rewards' mechanism (stickers) leads students to use the game more, thus being exposed to educational content for a longer time.

The game was tested on two classes, the first with students from pre-school and the latter with students from the first grade, while the platform for the analysis of metrics was tested on teachers and potential tutors. The game tests showed that not only did the students understand the concept of the game, but also wanted to play it again more often. This leads us to believe that the children enjoyed using the solution.

The backoffice tests demonstrated that both the regular users and the teachers use the platform in a similar fashion. That leads us to believe that the developed interface works well with the potential end users of the platform: tutors and teachers.

Keywords: Education, Games, Gamification, Applications

Conteúdo

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xv
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Contribuições e Resultados Atingidos	3
1.4 Estrutura do documento	3
2 Trabalho relacionado	5
2.1 Aplicações para aprendizagem	5
2.1.1 Aprendizagem de matemática	5
2.1.1.1 Photomath	5
2.1.1.2 Wolfram Alpha	7
2.1.2 Aprendizagem de línguas	9
2.1.2.1 Duolingo	9
2.1.2.2 Memrise	11
2.2 Jogos para aprendizagem de Matemática	12
2.2.1 Xdigit	12
2.2.2 Wuzzit Trouble	13
2.2.3 Monkey Tales	14
2.2.4 Motion Math	16
2.3 Discussão	17
2.4 Síntese	19
3 Conceitos do Jogo LevelUP	21
3.1 <i>Number Bond</i>	21
3.2 Designs Gráficos do Jogo	22
3.3 Síntese	25

4	A plataforma LevelUP	27
4.1	Arquitetura	27
4.1.1	Arquitetura Lógica	27
4.1.2	Arquitetura Técnica	28
4.2	<i>Backoffice</i>	29
4.2.1	Objetivo	29
4.2.2	Requisitos	30
4.2.3	Associação de Educandos	30
4.2.4	Progresso do Educando	32
4.2.5	Calendarização de Sessões	32
4.3	Jogo Móvel	34
4.3.1	Técnicas de Interação	34
4.3.2	Jogabilidade	35
4.3.3	Componentes do jogo	35
4.3.4	Progressão de Níveis	39
4.3.5	Retenção de Utilizadores	42
4.3.6	Sincronização de Sessões	43
4.4	Tecnologias	43
4.5	Síntese	44
5	Avaliação Com Utilizadores	47
5.1	Testes Preliminares	47
5.1.1	Primeira Iteração	47
5.1.2	Segunda Iteração	48
5.2	Testes Finais ao Jogo Móvel	49
5.2.1	Procedimento	49
5.2.2	Resultados	50
5.2.3	Discussão	52
5.3	Testes Finais ao <i>Backoffice</i>	54
5.3.1	Procedimento	54
5.3.2	Resultados	55
5.3.3	Discussão	59
5.4	Síntese	60
6	Conclusões e Trabalho Futuro	63
6.1	Sumário da Dissertação	63
6.2	Contribuições e Limitações	64
6.3	Trabalho Futuro	64
	Abreviaturas	75

Bibliografía	76
Índice	77

Lista de Figuras

2.1	Photomath - Exemplo da solução de uma equação	6
2.2	Photomath - Exemplo dos passos necessários para chegar a uma solução .	6
2.3	Wolfram - Exemplo resposta a interrogação	7
2.4	Wolfram - Exemplo de explicação passo a passo	8
2.5	Duolingo - Loja de lingots (moeda virtual do Duolingo)	9
2.6	Duolingo - Exemplo de <i>feedback</i> “Just in time”	10
2.7	Duolingo - Exemplo de <i>feedback</i> “On demand”	10
2.8	Xdigit - Gestos utilizados para navegação e escolha de operações aritméticas. Extraído de [9]	12
2.9	Xdigit - Exemplo da utilização do sinal menos através de gesto	13
2.10	Wuzzit Trouble - Nível ilustrativo	14
2.11	Monkey Tales - Minijogo ilustrativo	15
2.12	Motion Math - Níveis ilustrativos com diferente dificuldade	16
3.1	Exemplo da representação do <i>number bond</i> da soma entre 4 e 5	21
3.2	Primeira iteração do <i>mockup</i> para o jogo desenvolvido por Rita Quintela - Ambiente como critério de seleção	22
3.3	Primeira iteração do <i>mockup</i> para o jogo desenvolvido por Rita Quintela - Acessório como critério de seleção	22
3.4	Segunda iteração do <i>mockup</i> para o jogo desenvolvido por Rita Quintela .	23
3.5	Elementos gráficos para o painel do jogo desenvolvidos pela designer Yara Kono	23
3.6	Design final do jogo no modo simples - Apenas separação por critério . .	24
3.7	Design final do jogo no modo avançado - Separação por critério e preen- chimento dos <i>number bonds</i>	24
4.1	Interação do jogo com a plataforma de <i>backoffice</i> e respetivos utilizadores	28
4.2	Diagrama técnico da plataforma LevelUp	29
4.3	Autenticação e Registo na plataforma	30
4.4	Associação de aluno	31
4.5	Seleção de aluno no Backoffice	31
4.6	Exemplo do progresso de um aluno	32

4.7	Calendário das sessões de um educando	33
4.8	Métricas de uma sessão do educando	34
4.9	Exemplo de arrastar um monstro com base no critério cor	35
4.10	Cores dos monstros	36
4.11	Formas dos monstros	36
4.12	Caras dos monstros	36
4.13	Mira antes e depois da geração de monstros	37
4.14	Botão de validação de resposta	37
4.15	Exemplo de jaulas para onde monstros devem ser arrastados	38
4.16	Quadro, <i>numberbond</i> e respetiva operação	38
4.17	Teclado numérico	39
4.18	Barra de progresso para a obtenção de um novo cromo	39
4.19	Exemplo de um cromo que pode ser atribuído como recompensa	39
4.20	Sucessão dos níveis do jogo	39
4.21	Estado normal do jogo	41
4.22	<i>Feedback</i> de resposta	41
4.23	Receber um cromo	42
4.24	Caderneta	42
5.1	Comparação das durações médias por desafio da turma de pré-primária e primeiro ano	50
5.2	Comparação da média de percentagem de respostas corretas por aluno da turma de pré-primária e primeiro ano	51
5.3	Percentagem de utilizadores que não percebeu qual era o botão que os levava para o modo de jogo	52
5.4	Menu do jogo	53
5.5	Respostas dos utilizadores normais e professores ao número de sessões realizadas no dia 20/06/2018 pelo aluno João Pedro	55
5.6	Respostas dos utilizadores normais e professores à evolução da semana da aluna Joana Rodrigues	56
5.7	Respostas dos utilizadores normais e professores à evolução da semana do aluno João Pedro	57
5.8	Comparação dos resultados do SUS para os utilizadores normais e professores	58
5.9	Comparação dos resultados do TAM para os utilizadores normais e professores	59

Lista de Tabelas

2.1	Análise comparativa das soluções analisadas	18
4.1	Resumo dos critérios associados a cada nível	40
5.1	ρ da variável duração média por exercício	51
5.2	ρ da variável percentagem de respostas corretas por aluno	52
5.3	ρ da variável percentagem de respostas corretas por aluno	58
5.4	ρ da variável percentagem de respostas corretas por aluno	59

Capítulo 1

Introdução

Atualmente vivemos numa época em que o acesso a dispositivos tecnológicos é mais fácil e económico do que nunca. Como tal, a maior parte das pessoas tem dispositivos com elevada capacidade de processamento, acesso à internet e larga capacidade (dispositivos móveis ou computadores). A facilidade de acesso a estes dispositivos apresenta-se como uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções que utilizem as capacidades destas máquinas de forma a revolucionar a forma como lidamos com as mais diversas tarefas no dia a dia. A educação é uma área que só muito recentemente começou a utilizar estes dispositivos como verdadeiras ferramentas de aprendizagem. Neste capítulo apresentamos a motivação que levou ao desenvolvimento deste trabalho, assim como os objetivos e a estrutura deste documento.

1.1 Motivação

Presentemente, assistimos ao crescimento de uma geração nascida num mundo digital, os *nativos digitais*[12]. Esta geração apresenta significativa literacia tecnológica, largo acesso à Internet e elevada exposição a jogos. Uma grande percentagem dos jovens desta geração, desde crianças até adolescentes, passa várias horas dos seus dias a jogar jogos de computador. Estes jogos têm características que os tornam atrativos e até viciantes, pois os seus utilizadores sentem uma recompensa imediata, o que se traduz numa constante necessidade de os voltar a utilizar. Muitas destas características são comuns a uma grande parte destes jogos e podem ser utilizadas em situações da vida real como educação, saúde, política e desporto. Para além dos jogos, existem aplicações que utilizam estas características de forma a invocar experiências semelhantes, invocando um conceito que se denomina gamificação.

O conceito de gamificação é definido por Deterding et al. [5] como a utilização de elementos de design associados a jogos em outros contextos. Estes elementos são utilizados no processo de enriquecimento de serviços através de recompensas motivacionais de forma a invocar experiências semelhantes às dos jogos assim como as respostas comportamentais

associadas a essas experiências[8].

A educação é uma das áreas que mais pode beneficiar da utilização de jogos educativos ou aplicações que recorram a gamificação, pois as atividades que lhe estão associadas (como o estudo) são consideradas repetitivas, entediantes e de uma maneira geral, pouco estimulantes. A introdução destes conceitos associados a um novo modelo de educação baseado em tecnologias é por este motivo, do maior interesse para o avanço do modelo atual de educação.

No entanto, apesar de já existirem algumas aplicações que utilizam gamificação, assim como diversos jogos educativos, a grande maioria utiliza abordagens muito diretas no que diz respeito à inserção do conteúdo educativo, o que faz com que os alunos percam o interesse por considerarem que as atividades são semelhantes às outras que desenvolvem na escola. Atualmente não existe nenhuma solução que forneça um jogo de aprendizagem de matemática orientado a alunos do 1º Ano do Ensino Básico com foco na componente de jogabilidade e que introduza os conceitos educativos de forma subtil. Para além disso, não existe nenhum jogo com uma plataforma externa associada que permita aos encarregados de educação e professores recolher e analisar métricas sobre a prestação dos alunos enquanto utilizadores do jogo.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é desenvolver um jogo para dispositivos móveis que sirva como um instrumento de aprendizagem e treino de competências matemáticas curriculares para alunos do 1º Ano do Ensino Básico (crianças entre quatro e sete anos). Este jogo irá criar uma experiência de utilização baseada na jogabilidade, de forma a que os conteúdos educativos sejam inseridos subtilmente. Para complementar este jogo e de forma a que os encarregados de educação e professores consigam acompanhar a prestação dos seus educandos, pretendemos também desenvolver uma plataforma de *backoffice* que permita recolher e avaliar métricas sobre o percurso dos alunos enquanto utilizadores da aplicação, assim como um mecanismo que permita aos professores adaptar o conteúdo da aplicação consoante o desempenho dos seus alunos.

Isto irá ser conseguido através de:

- Recolha e seleção de princípios orientadores no desenvolvimento de jogos educativos através da análise de trabalho relacionado
- Desenvolvimento do jogo
- Desenvolvimento da plataforma de *backoffice* associada ao jogo
- Validação e avaliação da solução desenvolvida

1.3 Contribuições e Resultados Atingidos

Com a realização desta dissertação conseguimos criar uma plataforma inovadora que complementa o sistema atual de aprendizagem de matemática de alunos de pré-primária e 1º Ano do Ensino Básico. Face a outras soluções, o LevelUP apresenta um *backoffice* inovador que fornece aos encarregados de educação e professores uma visão geral e detalhada do desempenho dos seus educandos. Devido à robustez do *backoffice*, este pode facilmente ser adaptado a outros jogos de forma a estender este conceito a outras disciplinas. Após a realização de testes com 23 alunos, 6 professores e 14 outros utilizadores (que representam potenciais encarregados de educação), concluímos que o LevelUP pode ser usado não só para o enriquecimento do processo de aprendizagem dos alunos, mas também como uma forma de envolver os professores e encarregados de educação neste processo.

1.4 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

No Capítulo 2 apresentamos e discutimos algumas soluções existentes que considerámos relevantes na conceção da solução desenvolvida neste trabalho.

No Capítulo 3 introduzimos os conceitos que suportam o jogo móvel, assim como as várias iterações de prototipagem que levaram ao design final do jogo móvel.

No Capítulo 4 descrevemos os dois componentes da plataforma LevelUP: jogo móvel e *backoffice*, assim como a arquitetura lógica e técnica da plataforma.

No Capítulo 5 apresentamos os resultados obtidos dos testes com utilizadores e no Capítulo 6 apresentamos um sumário do trabalho, as contribuições e limitações do mesmo e o seu enquadramento futuro para possíveis ramificações e melhorias.

Capítulo 2

Trabalho relacionado

De forma a criar experiências de aprendizagem, as soluções existentes seguem no geral, duas abordagens:

- Aplicações que utilizam os conceitos educativos de forma direta, não tentando esconder a atividade de aprendizagem
- Jogos em que o conteúdo educativo é camuflado dentro da jogabilidade de forma a que o utilizador não sinta que está obrigatoriamente numa atividade de aprendizagem

Neste capítulo dividimos a nossa análise de acordo com estas duas abordagens, começando pelas aplicações para aprendizagem e descrevendo depois jogos que exploram o ensino de matemática e línguas.

2.1 Aplicações para aprendizagem

Esta secção está dividida em duas subsecções: Aprendizagem de matemática e Aprendizagem de línguas. A escolha desta divisão advém do facto das aplicações com maior notoriedade educativa serem relativas a estes dois temas.

2.1.1 Aprendizagem de matemática

2.1.1.1 Photomath

O Photomath¹ é uma aplicação móvel que utiliza a câmara do dispositivo de forma a reconhecer padrões de problemas matemáticos e mostrar não só a solução (Ver Figura 2.1), mas também os passos necessários para chegar a essa solução (Ver Figura 2.2). Esta aplicação reconhece texto impresso assim como escrita manual.

¹<https://photomath.net/en/>

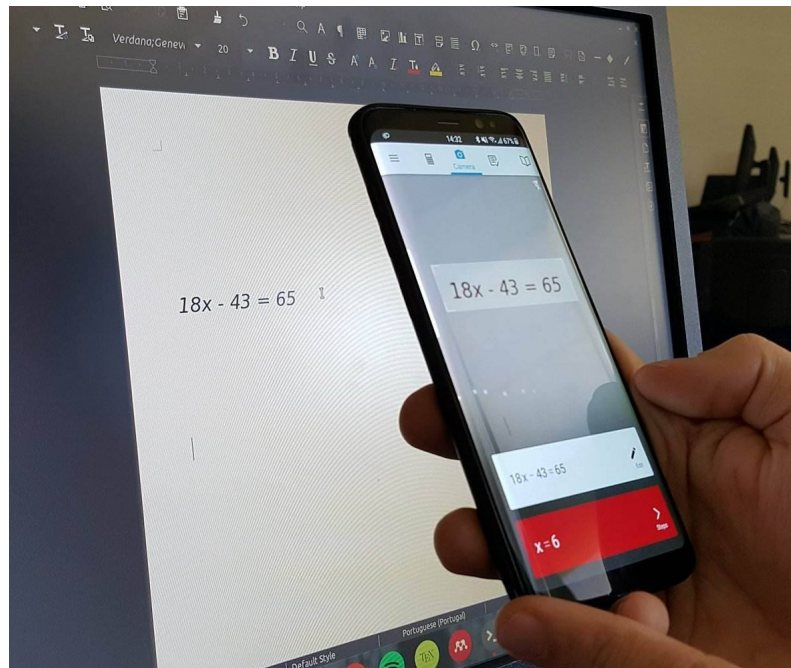


Figura 2.1: Photomath - Exemplo da solução de uma equação

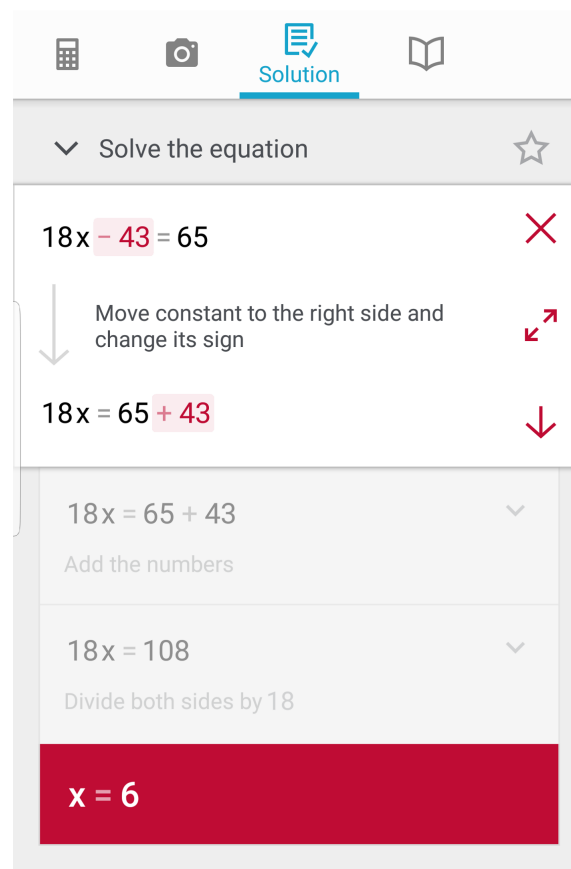


Figura 2.2: Photomath - Exemplo dos passos necessários para chegar a uma solução

Esta aplicação utiliza uma abordagem inovadora na medida em que o utilizador não tem de inserir manualmente o conteúdo na aplicação. Todo este processo é feito de forma automática através da câmara do dispositivo. Para além disso, a funcionalidade de mostrar os passos para chegar à solução permite que o utilizador perceba como chegar à solução e não simplesmente qual é a solução. Contudo, esta implementação nem sempre funciona da melhor forma pois por vezes a aplicação não reconhece as expressões matemáticas e não fornece o motivo. Isto gera dúvidas no utilizador que fica sem saber se a aplicação não consegue resolver um determinado problema ou se não percebeu/suporta a expressão fornecida. Este problema é ainda mais evidente aquando do reconhecimento de expressões escritas manualmente, tendo em conta que o utilizador fica na dúvida se o problema está na sua escrita ou na falta de suporte a um determinado tipo de problema por parte da aplicação. O problema social associado a esta aplicação também tem relevância para a sua aceitação como uma ferramenta de aprendizagem porque os estudantes podem utilizar a aplicação para praticar um comportamento fraudulento aquando de provas de avaliação.

2.1.1.2 Wolfram Alpha

O Wolfram Alpha² é uma plataforma online que responde a interrogações factuais de várias disciplinas (Matemática, Línguas, Física, Engenharia, etc.) ao computar diretamente a resposta através de informação externa (Ver Figura 2.3). Esta solução mostra-se inovadora face aos tradicionais motores de busca, que fornecem uma lista de documentos ou páginas web que poderão conter a resposta.



Figura 2.3: Wolfram - Exemplo resposta a interrogação

Para algumas das disciplinas e dependendo da interrogação inserida, a plataforma

²<http://www.wolframalpha.com/>

fornece explicações passo a passo que permitem ao utilizador perceber como chegar à solução ao invés de obter simplesmente a resposta (Ver Figura 2.4).

The screenshot shows the 'Wolfram|Alpha Step-by-Step Solution' interface. At the top, there's a title bar with the Wolfram logo and a close button. Below it, a 'Results:' section has a 'Hide hints' button. The main content is divided into three steps:

STEP 1
Find the (sample) variance of the list:
(4, 6, 7, 9, 10, 11)

STEP 2
Hint: State the definition of variance.
The (sample) variance of a list of numbers $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ with mean $\mu = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$ is given by:
$$\frac{|X_1 - \mu|^2 + |X_2 - \mu|^2 + \dots + |X_n - \mu|^2}{n - 1}$$

STEP 3
Hint: Find the value of n (the number of elements in the list) and plug it into the definition.
There are $n = 6$ elements in the list $X = \{4, 6, 7, 9, 10, 11\}$:
$$\frac{|X_1 - \mu|^2 + |X_2 - \mu|^2 + |X_3 - \mu|^2 + |X_4 - \mu|^2 + |X_5 - \mu|^2 + |X_6 - \mu|^2}{6 - 1}$$

Figura 2.4: Wolfram - Exemplo de explicação passo a passo

O Wolfram apresenta-se como uma plataforma de elevada robustez na medida em que suporta várias disciplinas e apresenta respostas diretamente através da interpretação das interrogações. Para além disso, a funcionalidade das explicações passo a passo permite que os seus utilizadores percebam efetivamente como chegar a uma determinada solução. Contudo, esta funcionalidade pode levar a que os utilizadores não desenvolvam o seu raciocínio para chegar à solução, pois todos os passos são apresentados. Finalmente, a sua utilização na educação pode levantar questões relativamente a comportamentos fraudulentos praticados pelos alunos aquando de avaliações formais.

2.1.2 Aprendizagem de línguas

2.1.2.1 Duolingo

O Duolingo³ é uma plataforma de aprendizagem de línguas disponível em versão desktop e aplicação móvel (Android e iOS) que fornece uma experiência personalizável de aprendizagem com recurso a elementos de gamificação. A plataforma tem atividades de tradução, ditados, compreensão e produção oral. As componentes de jogo são inseridas através de experiência e moedas virtuais que os utilizadores ganham à medida que progridem nos níveis das atividades. Cada nível do jogo equivale a um nível de conhecimento linguístico e o utilizador ganha experiência e moedas virtuais ao completar níveis. O utilizador só pode concluir o nível após responder corretamente a todos os temas desse nível. No entanto, se errar uma resposta, não pode tentar responder novamente à mesma pergunta logo de seguida, tem de continuar o nível e esperar que esse tema volte a surgir. Existe também uma loja que funciona com moedas virtuais do jogo, obtidas através da assiduidade e bom desempenho, que permite comprar “superpoderes” que enriquecem a experiência de utilização (Ver Figura 2.5).

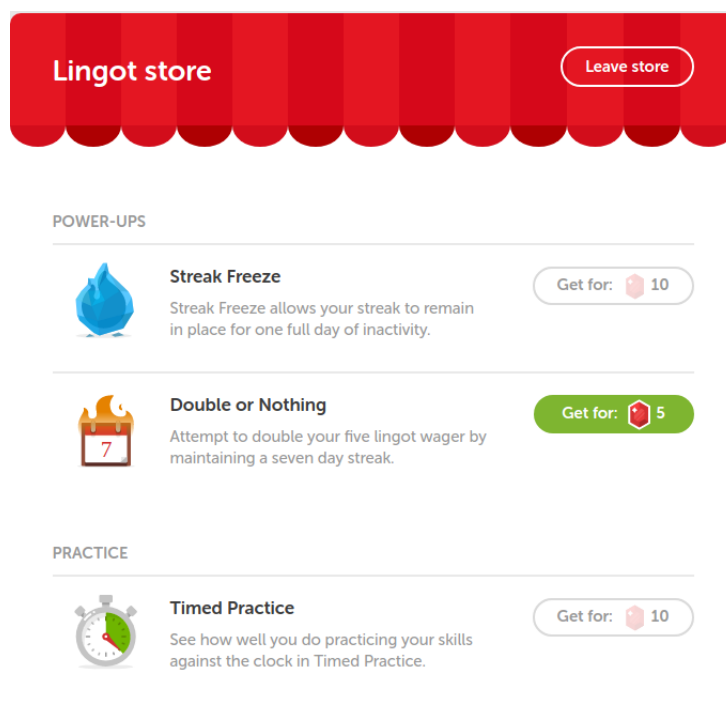


Figura 2.5: Duolingo - Loja de lingots (moeda virtual do Duolingo)

O *feedback* corretivo surge no momento em que um erro linguístico (ortográfico ou gramatical) é cometido, de forma explícita. Para além disso, antes de iniciar um nível, é fornecida uma explicação linguística ou gramatical acerca do tópico que será abordado. Os jogadores podem consultar esta explicação quando sentirem necessidade. Estes dois

³<https://www.duolingo.com/>

tipos de *feedback* são chamados “*Just in time*” (Ver Figura 2.6) e “*On demand*” (Ver Figura 2.7) [7], respectivamente. Para além destas duas funcionalidades, sempre que o jogador responde a uma determinada tarefa (de forma correta ou incorreta), pode discutir a frase com outros utilizadores (à semelhança de um fórum).

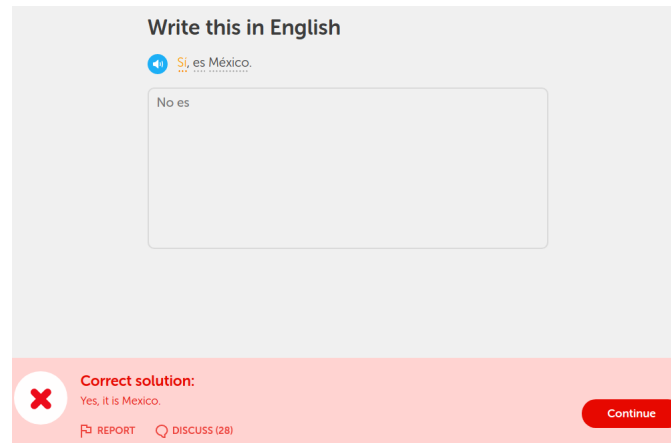


Figura 2.6: Duolingo - Exemplo de *feedback* “*Just in time*”

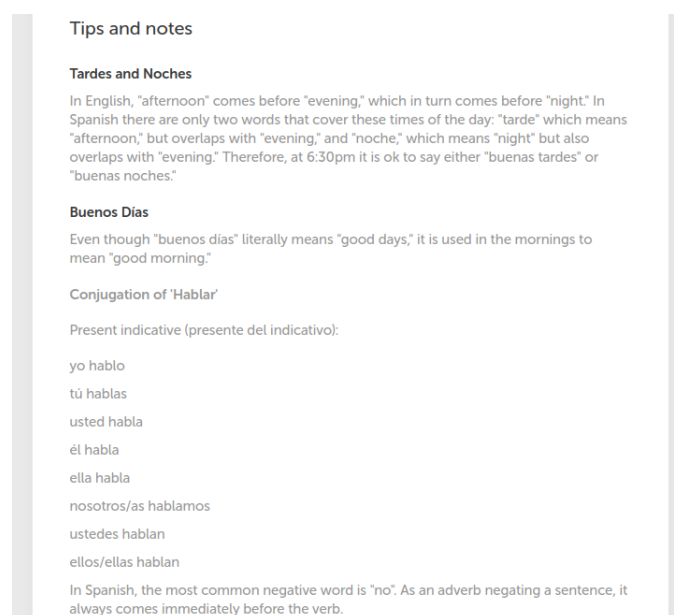


Figura 2.7: Duolingo - Exemplo de *feedback* “*On demand*”

O Duolingo apresenta uma interface simples e intuitiva. Para além disso, utiliza componentes gráficos apelativos que faz com que a experiência de utilização seja de um elevado nível de qualidade. A componente de gamificação está interligada com a aprendizagem de uma forma muito coesa. Ao recompensar os utilizadores com benefícios no jogo por assiduidade e bom desempenho, consegue motivar o utilizador para continuar a utilizar a aplicação.

Duarte et al. avaliaram o *feedback* corretivo e as características de gamificação presentes na aplicação Duolingo com o objetivo de relacioná-las e promover uma discussão sobre as possibilidades de aprendizagem de uma segunda língua através de uma plataforma gamificada [6].

2.1.2.2 Memrise

O Memrise⁴ é uma aplicação educacional para *desktop* e dispositivos móveis (que pode ser utilizada em modo *offline*) que utiliza *flashcards* e técnicas mnemónicas de forma a auxiliar o ensino de línguas estrangeiras e memorização de matérias de outras disciplinas como geografia, direito legal ou matemática. Os *flashcards* podem conter definições, sinónimos, traduções, formas verbais, preposições em falta, imagens ilustrando o significado de uma determinada palavra ensinada (útil para crianças), etc.. As versões de *desktop* e móveis são diferentes pelo que a utilização das duas variantes introduz variedade.

Os cursos do Memrise são criados pelos seus utilizadores através de um processo de *crowdsourcing*. Desta forma, os cursos são adaptados às necessidades individuais dos seus utilizadores e podem focar-se em conteúdo específico de um determinado livro ou aula. É também permitido enriquecer o conteúdo do curso através de ficheiros áudio demonstrando a pronunciação de palavras ou frases ensinadas.

A aplicação Memrise foi avaliada para verificar a sua viabilidade para o ensino e aprendizagem de inglês orientado ao direito legal, com o objetivo de obter a certificação TOLES (*Test of Legal English Skills*) [10]. O objetivo principal do estudo foi avaliar se os estudantes que utilizaram a aplicação tinham mais sucesso do que os estudantes que não a utilizaram.

O estudo mostrou que os utilizadores que utilizaram o Memrise durante um determinado período (desde trinta minutos até mais de seis horas), obtiveram os melhores resultados no exame. O estudo mostrou também que os melhores resultados estão relacionados com uma maior dedicação ao tempo de aprendizagem assim como o interesse e participação na criação de cursos.

Esta aplicação mostrou-se muito versátil, pois permite a utilização no *desktop* e em dispositivos móveis (até em modo *offline*), sendo possível a sua utilização em diferentes horários e locais. O facto das várias versões serem diferentes introduz variedade o que poderá levar a um maior interesse por parte dos estudantes. Contudo, tendo em conta que o conteúdo depende do contributo da comunidade, a experiência de utilização poderá ser comprometida: se a comunidade não criar conteúdo de qualidade, a experiência de utilização da aplicação vai ser fraca.

⁴<https://www.memrise.com/>

2.2 Jogos para aprendizagem de Matemática

Nesta secção apresentamos análises de jogos para aprendizagem de matemática. Os jogos analisados apresentam soluções de diferente abstração educativa de forma a contemplar diferentes abordagens a um objetivo comum.

2.2.1 Xdigit

O jogo Xdigit [9], é um jogo de aprendizagem de matemática que recorre à tecnologia de reconhecimento de movimentos usando o *Microsoft Kinect*. Este jogo foi desenvolvido com o objetivo de melhorar e apoiar as experiências de aprendizagem de matemática e a capacidade de resolução de problemas de crianças entre 5 e 10 anos.

O jogo tem como tema o espaço e o objetivo é combinar números através de expressões aritméticas de forma a alcançar um número objetivo antes do tempo acabar. De forma a seleccionar os números, assim como os operadores aritméticos, são utilizados gestos de fácil memorização (Ver Figura 2.8).

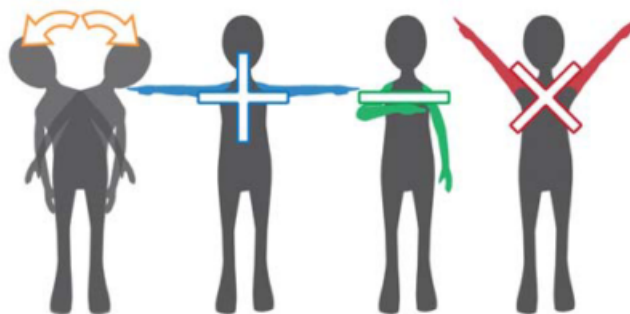


Figura 2.8: Xdigit - Gestos utilizados para navegação e escolha de operações aritméticas. Extraído de [9]

Durante o jogo, o utilizador encontra meteoritos com um número objetivo que se aproximam progressivamente (o tempo até à colisão é dado por um cronómetro em contagem decrescente). É fornecido ao jogador um número e este tem de seleccionar outro número assim como um operador aritmético (soma, subtração ou multiplicação) de forma a que a operação iguale o número objetivo que se aproxima no meteorito (Ver Figura 2.9). Caso o número obtido iguale o do meteorito, este será destruído e o jogador ganha pontos consoante o tempo de sobra (mais tempo de sobra equivale a mais pontos). Caso o jogador não consiga destruir o meteorito a tempo, perde uma vida. O jogador perde o jogo quando não tem mais vidas disponíveis. O jogo tem vários níveis de dificuldade de forma a proporcionar desafios matemáticos que se tornam progressivamente mais complexos do ponto de vista aritmético.

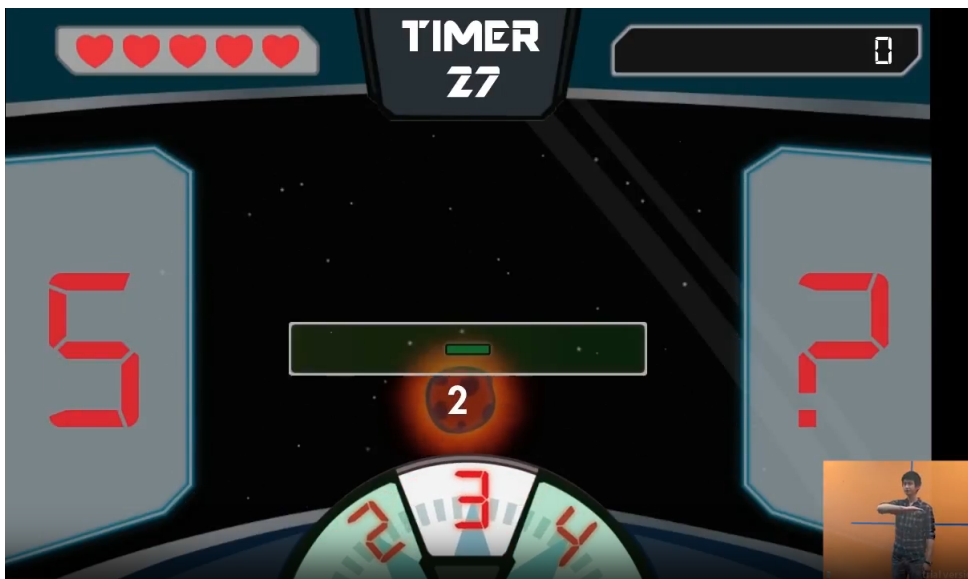


Figura 2.9: Xdigit - Exemplo da utilização do sinal menos através de gesto

A interface simples e a integração com gestos fazem do jogo Xdigit uma alternativa interessante à maior parte dos jogos com a mesma finalidade. Contudo, esta solução é pouco versátil pois o Kinect é um dispositivo que nem todas as pessoas têm e além disso requer algum espaço físico para que possa ser utilizado.

2.2.2 Wuzzit Trouble

Wuzzit Trouble⁵ é um jogo móvel de matemática cujo objetivo é libertar *Wuzzits* (criaturas coloridas parecidas com ursos) das jaulas onde estão presos. Para libertar os *Wuzzits*, o jogador tem de recolher chaves. De forma a recolher as chaves, o utilizador tem de utilizar pequenas rodas dentadas (rodando para a direita ou esquerda) de forma a mover uma roda dentada grande até um determinado número que contém uma chave. O objetivo é recolher todas as chaves de um determinado nível no menor número possível de jogadas (Ex.: Se uma chave estiver colocada no número 17 na roda dentada grande e o jogador tiver duas rodas dentadas pequenas com os números 7 e 3, tem de rodar a roda 7 duas vezes e a roda 3 uma vez ($7 + 7 + 3 = 17$)).

Este tipo de jogabilidade estimula a perceção de movimento na reta numérica pelos saltos que se têm de efetuar para chegar a um número objetivo. O jogo é composto por vários níveis que aumentam progressivamente de dificuldade do ponto de vista aritmético.

Apesar de ser um jogo de matemática assente em números e operações, a forma como introduz estes conceitos é subtil: não utiliza símbolos matemáticos (+, -, *) pelo que os alunos que o utilizam não sentem que estão a utilizar material exclusivamente para aprendizagem. Para além disso, não é um jogo baseado em velocidade pelo que os

⁵<https://www.brainquake.com/>



Figura 2.10: Wuzzit Trouble - Nível ilustrativo

jogadores podem definir o seu ritmo de aprendizagem. Contudo, a forma como o jogo está desenhado leva inevitavelmente a que os seus utilizadores deixem de jogar: ao concluir todos os níveis, o utilizador irá perder o interesse visto que não faz sentido jogar os níveis de novo. Para além disso, o aumento de dificuldade dos níveis pode causar frustração em utilizadores menos proficientes que potencialmente os levará a deixarem de jogar.

Nagle et al, estudaram o jogo Wuzzit Trouble de forma a avaliar se a sua utilização resulta numa melhoria do “*number sense*” (conhecimento complementar entre práticas matemáticas, números e operações) por parte dos seus utilizadores [11]. Os autores realizaram testes com dois grupos de utilizadores. Um dos grupos jogou o Wuzzit Trouble e outro não. Os resultados mostraram que de uma maneira geral, o grupo que jogou Wuzzit Trouble mostrou uma melhoria significativa no “*number sense*” comparativamente com o outro grupo.

2.2.3 Monkey Tales

O jogo Monkey Tales⁶ consiste num jogo 3D em que o utilizador tem de embarcar numa missão de forma a derrotar um inimigo central. Durante a jornada, o jogador tem de libertar macacos de cativeiro de forma a ganhar conhecimento e experiência. Estes macacos ao serem libertados são transferidos para um zoo. Para além de libertar estes macacos, o utilizador tem também de recolher bananas para os alimentar. Quando todos os macacos são libertados, o jogo termina com um confronto entre o jogador e o inimigo central.

O jogo está baseado em três camadas. A primeira camada é a camada da história,

⁶<http://www.monkeytalesgames.com/>

em que é explicado o âmbito do jogo e as *quests* (desafios). A segunda camada está englobada na primeira e o objetivo é navegar num mundo 3D de forma a descobrir a saída da sala em que o jogador está preso. Para sair, o jogador tem de resolver desafios lógicos, recolher bananas para alimentar os macacos que já libertou e evitar armadilhas e adversários. Enquanto o jogador navega neste mundo 3D, encontra os macacos presos com uma máquina *arcade* ao seu lado. Para libertar o macaco, o jogador tem de ganhar o jogo dessa máquina. A terceira camada é representada pelos jogos da máquina *arcade* que são minijogos educacionais com desafios matemáticos (Ver Figura 2.11).



Figura 2.11: Monkey Tales - Minijogo ilustrativo

Derboven et al., avaliaram a utilização do jogo educativo Monkey Tales num contexto doméstico para o ensino de matemática a crianças [4]. Os autores avaliaram a sua estrutura, design e a forma como os jogadores desenvolvem táticas que se opõem ao comportamento projetado de um jogador padrão por não sentirem que o conteúdo vai de encontro às suas expectativas e necessidades. O objetivo do trabalho foi analisar as táticas desenvolvidas pelos utilizadores de modo a formular recomendações para a avaliação e design de jogos educativos.

Os autores verificaram que a maior parte das crianças gosta de jogar e tem consciência que os encarregados de educação apresentam uma atitude mais positiva relativamente a jogos educativos em comparação com os jogos normais. Esta solução incorpora conteúdo educativo dentro do jogo de forma a que as crianças sintam o estímulo de um jogo normal e ao mesmo tempo desenvolvam o raciocínio lógico enquanto aprendem matemática. Este modelo de jogo leva a que algumas das crianças utilizem o conteúdo educativo como justificação para poderem jogar com mais frequência e tentem indiretamente alterar as regras sociais relativas à utilização de jogos. Para além disso, alguns dos jogadores focam-se mais na componente divertida do jogo, ignorando o propósito da componente educativa. Estes jogadores desenvolvem estratégias de forma a evitar a matemática (Ex.: Como alguns

dos minijogos envolvem questões de escolha múltipla, estes utilizadores tendem a escolher a resposta mais provável sem calcular o resultado do exercício). O jogo Monkey Tales é baseado numa *timeline* com várias *quests* que deixam de ter interesse depois de concluídas. Isto leva a que os encarregados de educação das crianças que compraram o jogo critiquem a longevidade do mesmo por não sentirem que seja rentável para uma solução com custos.

2.2.4 Motion Math

O jogo Motion Math⁷ utiliza o acelerómetro do dispositivo (iPad, iPhone e iPod) de forma a direccionar uma estrela que cai até ao lugar correto na reta numérica. As estrelas caem uma de cada vez e cada uma mostra uma fração, percentagem, decimal ou *pie chart* (Ver Figura 2.12). A resposta correta gera uma resposta auditiva e visual de sucesso enquanto que as respostas erradas geram respostas auditivas e visuais diferentes, assim como instruções que tornam a resposta progressivamente mais fácil, na forma de setas (que apontam para a esquerda ou direita, dependendo da resposta errada inicial), marcas que dividem a reta numérica em secções e finalmente legendas em cada uma das secções.



Figura 2.12: Motion Math - Níveis ilustrativos com diferente dificuldade

O jogo tem três modos de dificuldade e cada modo é composto por 24 níveis que se tornam cada vez mais difíceis. Os níveis são gerados por um algoritmo que aumenta a amplitude numérica do denominador e da reta numérica. A cada cinco níveis, é apresentado ao jogador um desafio Menor-Igual-Maior, através da comparação com um valor base, onde este tem de inclinar o dispositivo para a direita (caso seja maior), para a esquerda (caso seja menor) ou manter estável (caso seja igual). São também despoletadas respostas visuais e

⁷<http://motionmathgames.com/>

auditivas diferentes para respostas certas ou erradas. O jogo Motion Math, ao contrário da maior parte dos jogos de matemática em que o conteúdo educativo é introduzido de forma artificial ou isolado da avaliação e *feedback*, faz com que o conteúdo matemático (frações) seja o foco do jogo, integrando o *feedback* educativo na jogabilidade. Esta decisão de design, faz do jogo uma experiência contínua e interativa.

O jogo relaciona o conceito de reta numérica com as frações, que já foi reconhecido como sendo da maior importância para perceber o conceito de frações [14].

Riconscente analisou os efeitos na aprendizagem e atitude perante frações, de estudantes de 4º ano utilizando o jogo Motion Math [13]. Segundo o estudo de Riconscente, os jogadores encontram muitos problemas num curto espaço de tempo, pelo que têm muitas oportunidades para fortalecer o seu conhecimento (Durante o estudo, cada jogador encontrou em média mais de 770 problemas matemáticos). Os resultados mostraram que o jogo aumentou o conhecimento matemático dos estudantes (em frações) e as críticas ao jogo foram positivas, pelo que se pode concluir que o jogo Motion Math integra com sucesso a aprendizagem com o entretenimento, aumentando o interesse dos jogadores no âmbito das frações. No entanto, o jogo não foi desenhado para introduzir os jogadores ao conceito de frações pelo que é necessário conhecimento prévio das respetivas formas de representação. A representação utilizada das frações é muito direta pelo que poderá afastar jogadores que à partida já não gostem de matemática. A natureza de tempo do jogo poderá ser contra-intuitiva caso o tempo fornecido não seja bem adequado ao contexto do problema.

2.3 Discussão

Depois de analisarmos as aplicações e jogos, identificámos as seguintes características como sendo as mais relevantes para comparar as soluções estudadas:

- Tipo - Natureza da solução: aplicação ou jogo
- Plataforma - Plataforma em que a solução corre: móvel (Android ou iOS), *web* ou *desktop*
- Abstração - Varia entre 0 e 5, sendo que 0 representa uma solução sem abstração, ou seja, os conteúdos são introduzidos de forma direta e 5 representa uma solução com abstração máxima, em que os conteúdos são introduzidos da forma mais subtil possível
- Métricas - A solução contém um mecanismo de métricas que permite analisar diferentes parâmetros relativamente ao desempenho do utilizador (Ex.: Percentagem de respostas certas e erradas, percentagem de respostas certas e erradas numa

determinada matéria, tempo médio despendido por nível, tempo efetivo despendido num nível, etc.)

- Adaptação - A solução adapta dinamicamente o conteúdo educativo ao desempenho do utilizador (Ex.: Se o utilizador tem mais dificuldade numa determinada matéria, são apresentados mais desafios para essa matéria em específico).

Usando este conjunto de características, elaborámos a Tabela 2.1, que sumariza a informação recolhida.

	Tipo	Plataforma	Abstracção	Métricas	Adaptação
Photomath	Aplicação	Móvel (Android e iOS)	0	Não	Não
Wolfram Alpha	Aplicação	Web e Móvel (Android e iOS)	0	Não	Não
Duolingo	Aplicação	Web e Móvel (Android e iOS)	2	Sim	Não
Memrise	Aplicação	Web e Móvel (Android e iOS)	0	Sim	Não
Xdigit	Jogo	Desktop	3	Não	Não
Wuzzit Trouble	Jogo	Web e Móvel (Android e iOS)	4	Não	Não
Monkey Tales	Jogo	Desktop	1	Não	Não
Motion Math	Jogo	Web e Móvel (Android e iOS)	3	Não	Não

Tabela 2.1: Análise comparativa das soluções analisadas

Após a análise das várias soluções, podemos verificar que:

- Os jogos apresentam, de uma maneira geral, maior abstracção educativa do que as aplicações.
- Nenhum dos jogos fornece uma análise das métricas relativas à prestação do utilizador.
- Nenhuma das soluções adapta a sua utilização ao desempenho do utilizador.

Tendo em conta que os jogos apresentam, de uma maneira geral, maior abstracção educativa do que as aplicações e que o público alvo da nossa solução são alunos da Pré-primária e do 1º Ano do Ensino Básico (crianças entre quatro e sete anos), o desenvolvimento de um jogo é a escolha mais acertada.

Para além disso, nenhuma das soluções estudadas adapta a sua utilização ao desempenho do utilizador. Esta característica tem bastante interesse para o âmbito desta solução, na medida que a jogabilidade pode ser adaptada às matérias em que o utilizador tem mais

difficuldade de forma a criar um ritmo de aprendizagem personalizado e dinâmico para cada utilizador.

Para dar mais força a esta decisão, verificámos que não existem jogos (dentro dos estudados) que forneçam uma análise de desempenho da prestação do utilizador. Esta característica é da maior importância para que os encarregados de educação e professores possam analisar a prestação dos seus educandos e utilizar as funcionalidades de adaptação de jogabilidade descritas acima de forma a reagir de forma proativa às diversas fases de aprendizagem, maximizando o seu potencial.

Como tal, decidimos desenvolver também uma plataforma de *backoffice* que permita a visualização e análise de métricas provenientes do jogo. Esta plataforma será destinada a encarregados de educação e professores.

2.4 Síntese

Neste Capítulo descrevemos dois tipos de soluções: aplicações para aprendizagem (de matemática e línguas) e jogos para aprendizagem de matemática.

Após a descrição destas soluções realizámos uma análise comparativa das mesmas de forma a perceber de que forma se enquadravam com um conjunto de características que considerámos relevantes para o desenvolvimento de uma solução neste âmbito.

Com esta análise percebemos que, de uma maneira geral, os jogos apresentam maior abstração educativa do que as aplicações. Para além disso verificámos também que não existem jogos que forneçam uma análise de desempenho da prestação do utilizador. Estes dois fatores levaram-nos a desenvolver um jogo móvel para ensino de matemática destinado a crianças e uma plataforma de *backoffice* para visualização e análise de métricas destinado a encarregados de educação e professores.

Capítulo 3

Conceitos do Jogo LevelUP

Para a conceção do jogo, tivemos em conta a análise dos trabalhos descritos no Capítulo anterior, o método de ensinar matemática baseado nos *number bonds* e algumas ideias do projeto *Catterpillar Math*¹ desenvolvido por Rita Quintela.

3.1 *Number Bond*

A ideia para o jogo está assente na representação de uma soma através do *number bond*. O *number bond* é uma ferramenta útil de ensino de números e aritmética básica e representa a relação entre um número e as partes que o formam. Por exemplo, se somarmos 4 e 5, obtemos 9. Logo, o par 4 e 5 são duas das partes do *number bond* que fazem o número 9. Esta representação é geralmente ilustrada através de um diagrama composto por círculos e linhas como o descrito na Figura 3.1.

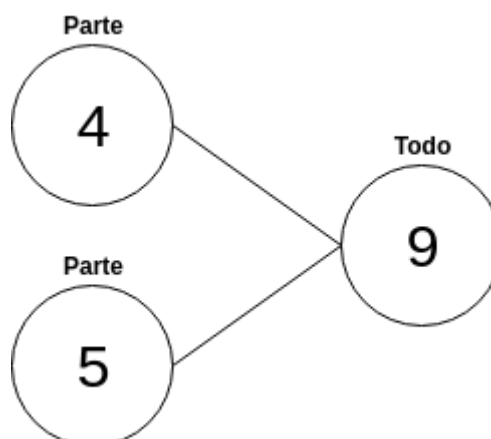


Figura 3.1: Exemplo da representação do *number bond* da soma entre 4 e 5

¹<http://caterpillarmath.com/>

3.2 Designs Gráficos do Jogo

O processo de conceção do jogo foi composto por quatro fases, sendo que cada uma delas se foi aproximando cada vez mais da solução final através do refinamento dos artefactos produzidos na fase anterior.

No trabalho da primeira fase foi-me introduzido o conceito e o método de aprendizagem, com base nos *number bonds*, que suportam o jogo. Nesta fase a ideologia que sustentava o jogo era a divisão de criaturas por diferentes critérios, como ambiente e acessórios na criatura, como podemos observar nas Figuras 3.2 e 3.3, respetivamente.

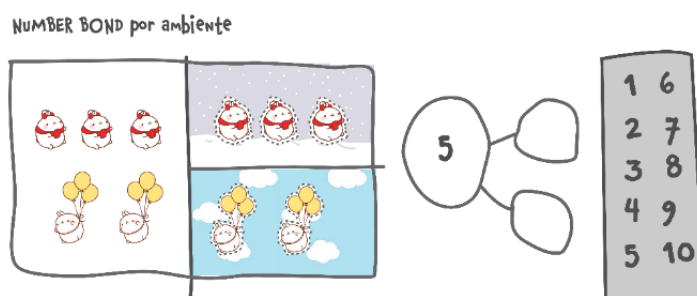


Figura 3.2: Primeira iteração do *mockup* para o jogo desenvolvido por Rita Quintela - Ambiente como critério de seleção

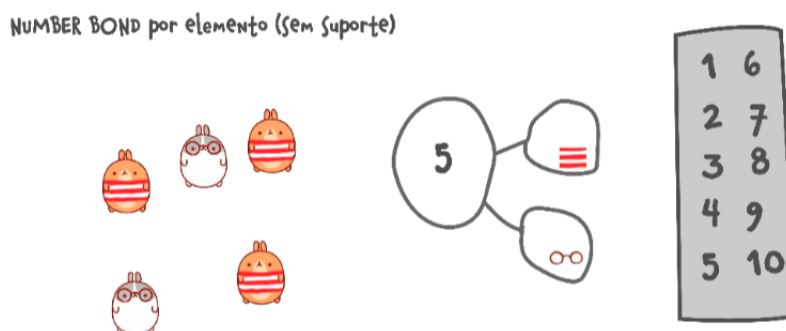


Figura 3.3: Primeira iteração do *mockup* para o jogo desenvolvido por Rita Quintela - Acessório como critério de seleção

Na segunda fase, repensámos o ambiente do jogo (ver Figura 3.4) de forma a facilitar a divisão por diferentes critérios e para fornecer um ambiente mais apelativo para o público alvo. Desta iteração ficou decidido que o tema do jogo seria baseado em ficção científica, mais especificamente, na captura de monstros.



Figura 3.4: Segunda iteração do *mockup* para o jogo desenvolvido por Rita Quintela

Na terceira fase, refinamos a estrutura geral do jogo do ponto de vista de componentes a utilizar, progressão dos níveis, complexidade e métricas relativas à jogabilidade a ser recolhidas. Nesta fase foi solicitado a uma designer que produzisse os componentes gráficos que mais tarde iriam incorporar o jogo. O resultado produzido pela designer Yara Kono pode ser observado na Figura 3.5.

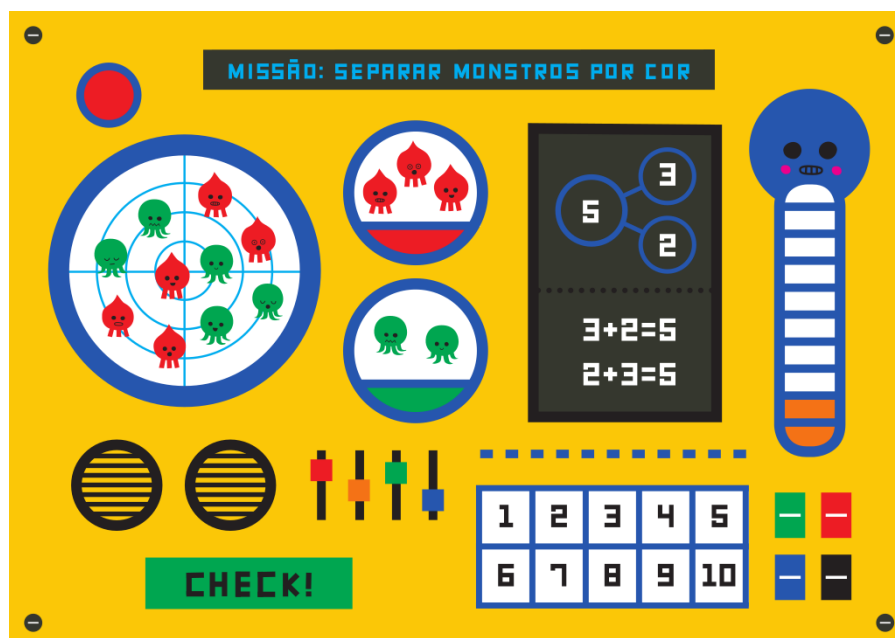


Figura 3.5: Elementos gráficos para o painel do jogo desenvolvidos pela designer Yara Kono

Na quarta fase, com base nos componentes gráficos fornecidos na fase anterior, produ-

zimos o jogo final ajustando alguns dos componentes gráficos de forma a integrar melhor com a experiência de utilização esperada para o jogo. O artefacto resultante desta fase foi desenvolvido pelo autor da dissertação e é o aspeto final do jogo que pode ser observado nas Figuras 3.6 e 3.7.

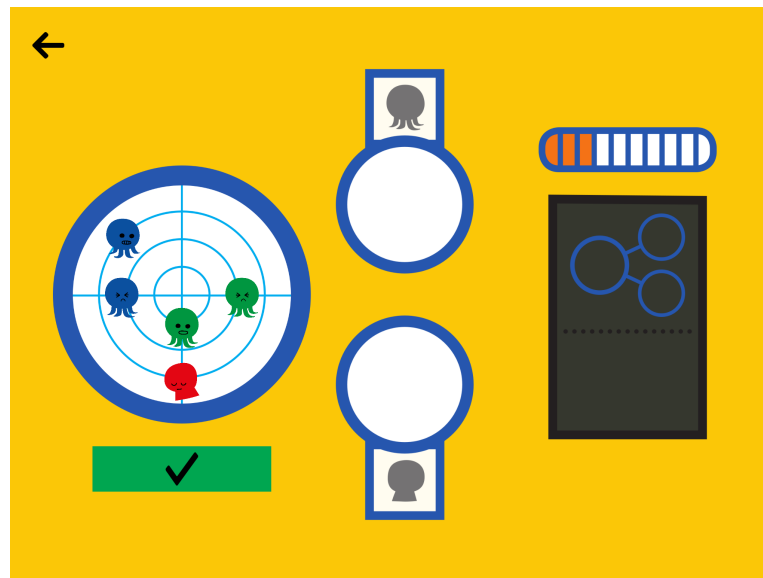


Figura 3.6: Design final do jogo no modo simples - Apenas separação por critério

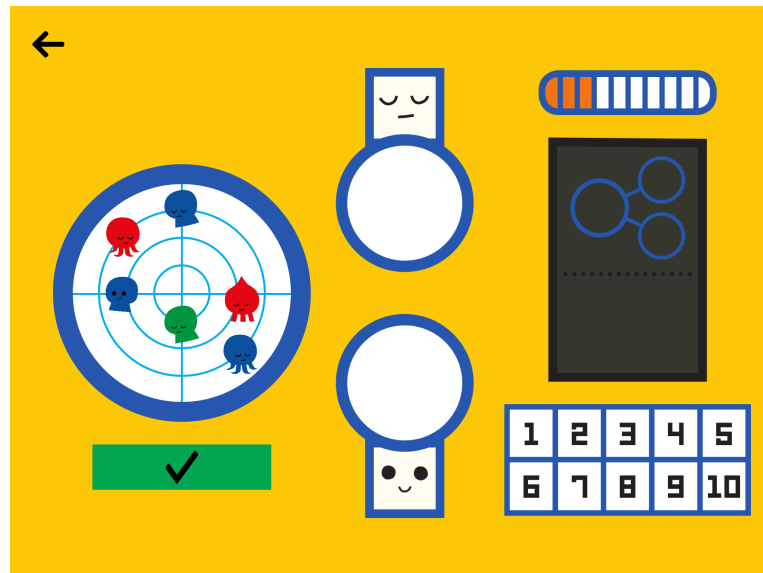


Figura 3.7: Design final do jogo no modo avançado - Separação por critério e preenchimento dos *number bonds*

De salientar que embora as representações gráficas da primeira, segunda e terceira fase não tenham sido realizadas pelo autor deste documento, as soluções produzidas em cada uma das iterações tiveram o seu contributo.

3.3 Síntese

Neste Capítulo descrevemos o conceito de *number bonds* e a sua importância no processo de abstração educativa do jogo. Para além disso, descrevemos as quatro iterações de *mockups* gráficos que levaram ao protótipo final. A cada iteração apresentamos os artefactos produzidos juntamente com as melhorias relativas aos protótipos anteriores.

Capítulo 4

A plataforma LevelUP

Este capítulo descreve os aspetos relativos aos componentes da solução LevelUP: *backoffice* e jogo móvel. É descrita a arquitetura da plataforma, funcionalidades de ambos os componentes, implementação e tecnologias utilizadas.

4.1 Arquitetura

Nesta secção descrevemos a arquitetura lógica e técnica da nossa solução, sendo que na lógica são descritas as interações dos utilizadores com a plataforma e na técnica são descritas as interações entre os dispositivos da plataforma.

4.1.1 Arquitetura Lógica

A plataforma LevelUP está dividida em dois componentes, jogo móvel e portal *backoffice*. A primeira será utilizada pelos educandos de forma a aprender matemática e a segunda será utilizada pelos encarregados de educação e professores de forma a avaliar a prestação dos educandos enquanto utilizadores da aplicação. A forma como estes dois componentes interagem está descrita na Figura 4.1.

De realçar que o desenvolvimento da solução foi realizado em estreita colaboração com uma professora primária (Rita Quintela).

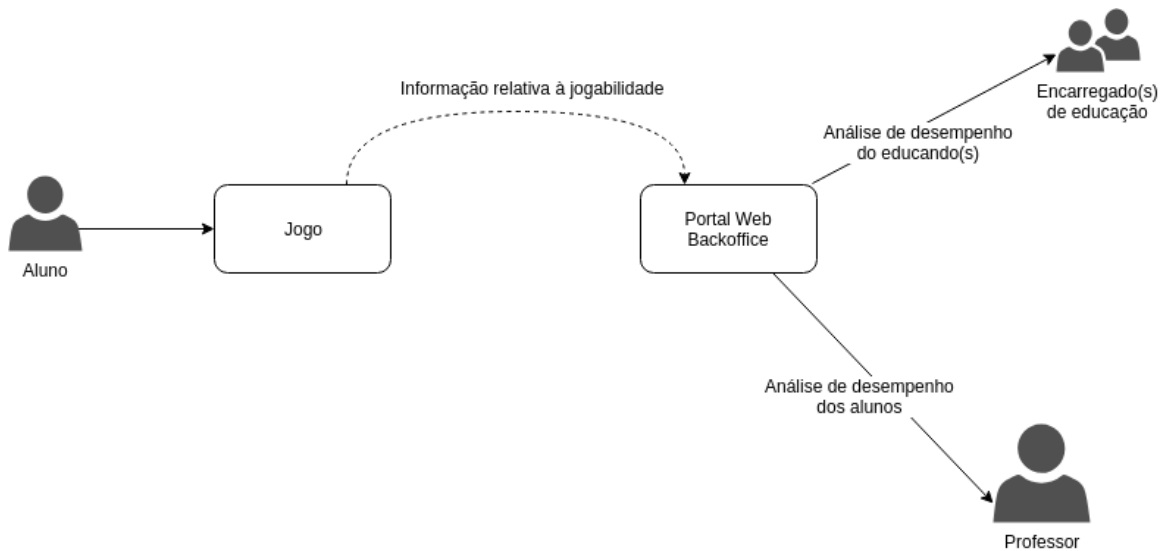


Figura 4.1: Interação do jogo com a plataforma de *backoffice* e respetivos utilizadores

Os alunos utilizam o jogo que recolhe dados relativos ao seu desempenho, como por exemplo respostas corretas e incorretas. Estes dados por sua vez são enviados para o *backoffice*, onde são processados de forma a serem apresentados aos utilizadores do backoffice (encarregados de educação e professores). Os utilizadores do backoffice podem consultar estes dados e ver o desempenho personalizado de cada um dos seus educandos.

4.1.2 Arquitetura Técnica

O portal de *backoffice* foi desenvolvido de forma a ser alojado num VPS (*Virtual Private Server*) e disponibiliza os serviços de *frontend* e *backend*. O *frontend* é responsável por apresentar todos os componentes gráficos relativos à interface e recolher o input do utilizador. Todas as operações de persistência de dados e acesso aos mesmos são da responsabilidade do *backend*. De forma a permitir guardar dados provenientes das sessões de jogo dos educandos, o serviço de *backend* disponibiliza uma *websocket* que trata de comunicar com os dispositivos móveis. A Figura 4.2 mostra uma visão geral da forma como os componentes descritos anteriormente interagem.

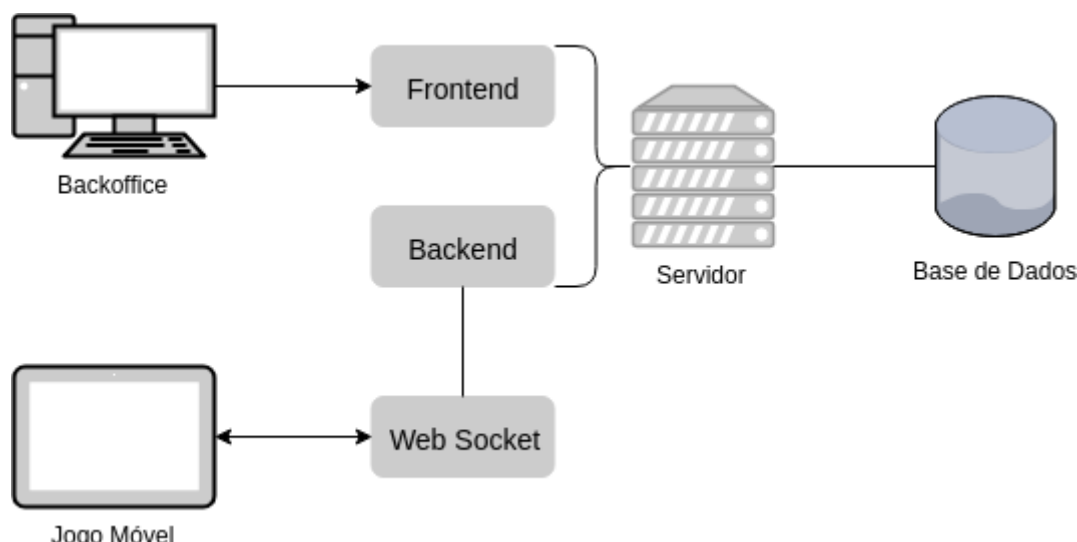


Figura 4.2: Diagrama técnico da plataforma LevelUp

Ao utilizar o jogo, este recolhe dados relativos ao desempenho do utilizador. Estes dados são guardados localmente e posteriormente são enviados para o servidor para efeitos de persistência, quando existir uma conexão à internet. Toda esta comunicação é feita à base de uma *Web Socket* que funciona de forma assíncrona, permitindo que os dados sejam guardados sem atrasar outras ações no *backoffice*. O dispositivo onde o jogo móvel corre só armazena os dados que ainda não foram enviados de forma a economizar recursos. A operação de persistência e acesso a dados é feita através de inserções e leituras na base de dados e este processo é gerido pelo *backend*. Para consultar os dados recolhidos do desempenho dos alunos, os encarregados de educação ou professores devem aceder ao *backoffice*. Toda a interface apresentada é gerida pelo serviço de *frontend*. Este serviço é também responsável por interpretar as ações do utilizador, fazendo pedidos ao *backend* quando for necessário apresentar informação que esteja presente na base de dados.

4.2 *Backoffice*

Esta secção descreve pormenorizadamente os componentes, a importância e o valor acrescentado do *backoffice*.

4.2.1 Objetivo

O *backoffice* tem como objetivo a agregação e comparação de métricas relativas às sessões de jogo dos alunos. Desta forma, os professores e encarregados de educação podem ter a noção exata da prestação dos seus educandos enquanto utilizadores da aplicação.

4.2.2 Requisitos

Para ter acesso à plataforma, o utilizador tem de se registar. Para isto, tem de submeter um endereço de *email*, *password* e tipo de conta que pretende criar. O tipo de conta pode ser Encarregado de Educação ou Professor (ver Figura 4.3). Esta situação está pensada para que no futuro seja possível mostrar informação diferente a encarregados de educação e professores. Os professores poderão participar ativamente no processo de aprendizagem dos educandos, parametrizando o jogo para gerar certo tipo de exercícios ajustados ao seu desempenho e dificuldades.

Após a criação de conta, o utilizador tem de se autenticar (ver Figura 4.3). Após este último passo, o utilizador passa a ter acesso às funcionalidades do *backoffice* que estão descritas nas secções abaixo.

The figure shows two web forms side-by-side. Form (A) is titled 'LevelUp - Registo' and contains input fields for 'Email' and 'Password'. Below these are two radio buttons: 'Encarregado de educação' (which is selected) and 'Professor'. At the bottom is a blue button labeled 'CRIAR CONTA' and a blue link 'Já tem conta?'. Form (B) is titled 'LevelUp - Login' and contains input fields for 'Email' and 'Password'. At the bottom is a blue button labeled 'ENTRAR' and a blue link 'Criar conta'.

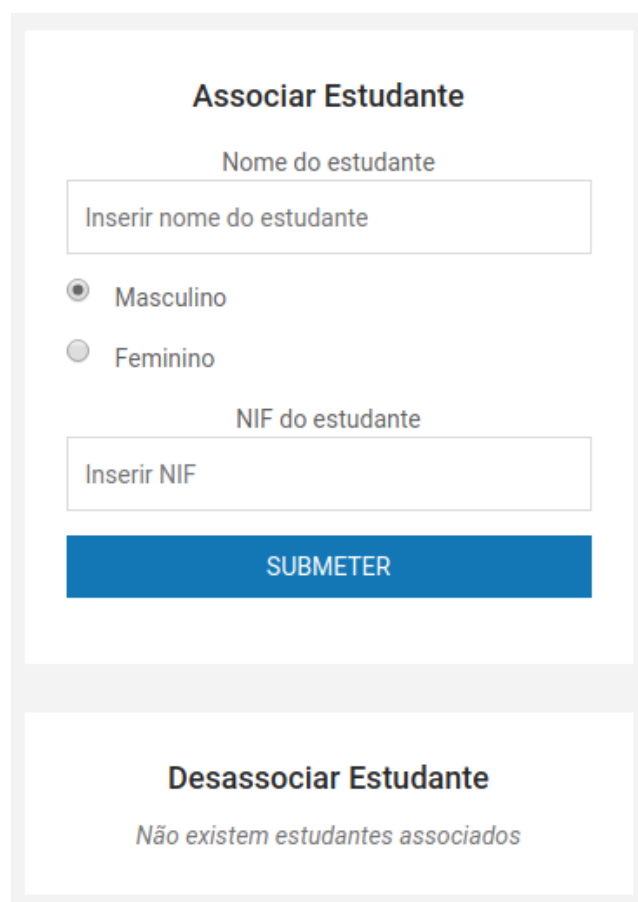
(A)

(B)

Figura 4.3: Autenticação e Registo na plataforma
(A) - Registo de um utilizador
(B) - Autenticação de um utilizador

4.2.3 Associação de Educandos

De forma a consultar a informação relativa à jogabilidade dos seus educandos, o utilizador tem de os associar à sua conta. Para isso, deve submeter o nome, género e NIF do educando (ver Figura 4.4). A escolha do género serve apenas para carregar um avatar diferente por omissão (rapaz ou rapariga). O NIF foi escolhido como identificador pois é um número único e está disponível nas escolas onde o jogo será implementado de forma a permitir a inserção inicial em bloco de alunos por um professor.



The image shows a web form titled "Associar Estudante". It contains two input fields: "Nome do estudante" with a placeholder "Inserir nome do estudante" and "NIF do estudante" with a placeholder "Inserir NIF". Between these fields are two radio buttons labeled "Masculino" (selected) and "Feminino". Below the NIF field is a blue button labeled "SUBMETER". Below this form is a second section titled "Desassociar Estudante" which contains the text "Não existem estudantes associados".

Figura 4.4: Associação de aluno

Após a associação de educandos, o utilizador passa a ter acesso às informações relativas a estes enquanto utilizadores do jogo móvel. Os educandos são apresentados como podemos observar na Figura 4.5. Ao selecionar um dos educandos, o utilizador acede à informação relativa ao desempenho desse aluno.

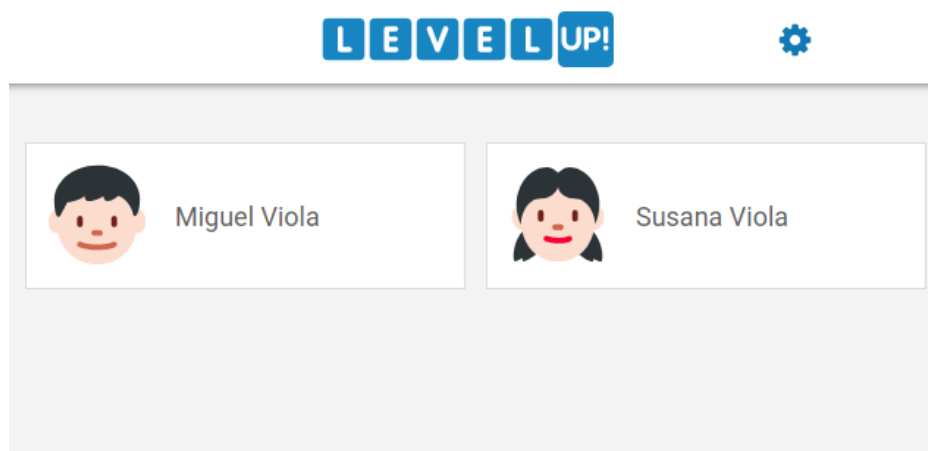


Figura 4.5: Seleção de aluno no Backoffice

4.2.4 Progresso do Educando

Este componente mostra o progresso geral do aluno no que diz respeito ao balanço entre respostas corretas e erradas e tempo total despendido na aplicação. Estes dados são relativos à agregação dos dados de todas as sessões e mostram se o aproveitamento do aluno na aplicação é positivo ou negativo (ver Figura 4.6).

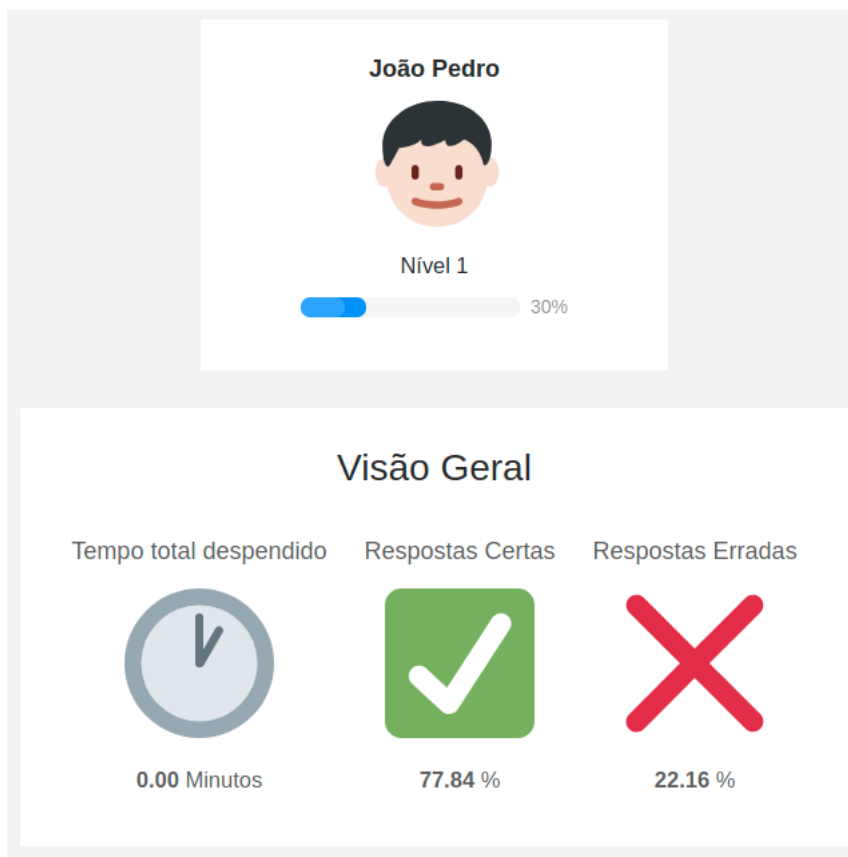


Figura 4.6: Exemplo do progresso de um aluno

4.2.5 Calendarização de Sessões

Este componente mostra uma visão de calendário das sessões efetuadas pelo educando selecionado. As sessões são representadas pelo horário de quando foram recolhidas e pela cor associada ao desempenho da sessão, sendo que as sessões com cor verde representam sessões em que o número de respostas corretas foi superior a 75%, sessões com cor laranja representam sessões cujo número de respostas corretas foi superior a 50% mas inferior a 75% e as sessões com cor vermelho representam sessões cujo número de respostas corretas foi inferior a 50%. Deste modo o professor/encarregado de educação tem uma visão geral do estado do aluno, quer em termos do número de sessões realizadas, quer do seu desempenho e evolução (ver Figura 4.7).

O utilizador tem a possibilidade de analisar cada uma das sessões individualmente.

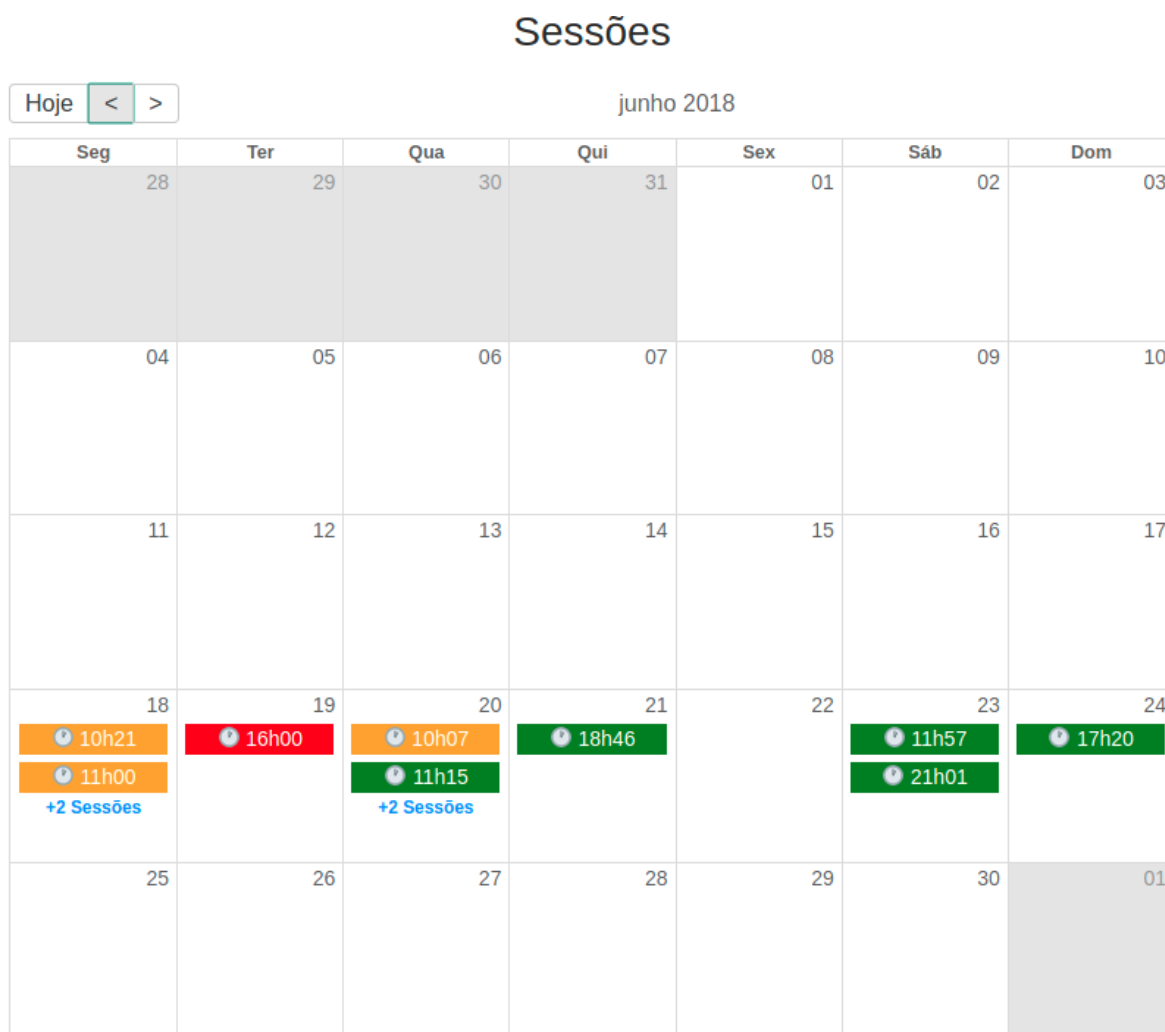


Figura 4.7: Calendário das sessões de um educando

Para isso, basta carregar numa das sessões disponíveis no calendário e obterá informações sobre o tempo total despendido na sessão, número de desafios realizados, respostas certas e erradas, tal como ilustrado na Figura 4.8.

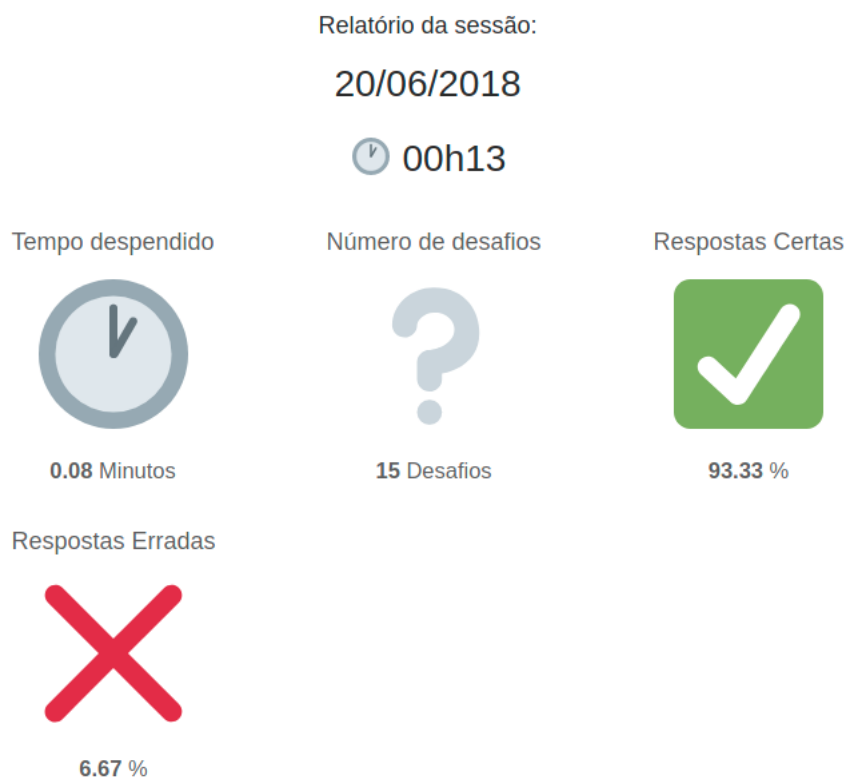


Figura 4.8: Métricas de uma sessão do educando

As informações apresentadas podem facilmente ser adaptadas para mostrar informação diferente a professores e encarregados de educação. Esta funcionalidade foi desenvolvida para que no futuro seja possível mostrar mais métricas de desempenho aos professores, o que irá permitir formar um perfil mais detalhado dos conhecimentos de cada um dos educandos.

4.3 Jogo Móvel

Esta secção descreve pormenorizadamente os componentes do jogo, a forma como estão ligados e a forma como o utilizador interage com estes componentes.

4.3.1 Técnicas de Interação

Tendo em conta que o público alvo do jogo são crianças que não sabem ler, todos os elementos da interface são apresentados sem recorrer a texto e as imagens escolhidas para

representar os botões foram selecionadas de forma a ser o mais perceptíveis possível. Desta forma, os diversos elementos que compõem a interface fazem-no sem recorrer a texto e são arrastáveis. Assim, conseguimos ter uma interface simples, limpa e fácil de perceber e manusear pelos utilizadores.

4.3.2 Jogabilidade

O jogo tem como objetivo a separação dos monstros pelos critérios: Cor, Forma e Cara de modo a criar uma representação visual de um *number bond* composto pelos elementos separados. Para isto, o utilizador deve arrastar cada um dos monstros para o local que corresponde ao critério apresentado (ver Figura 4.9).

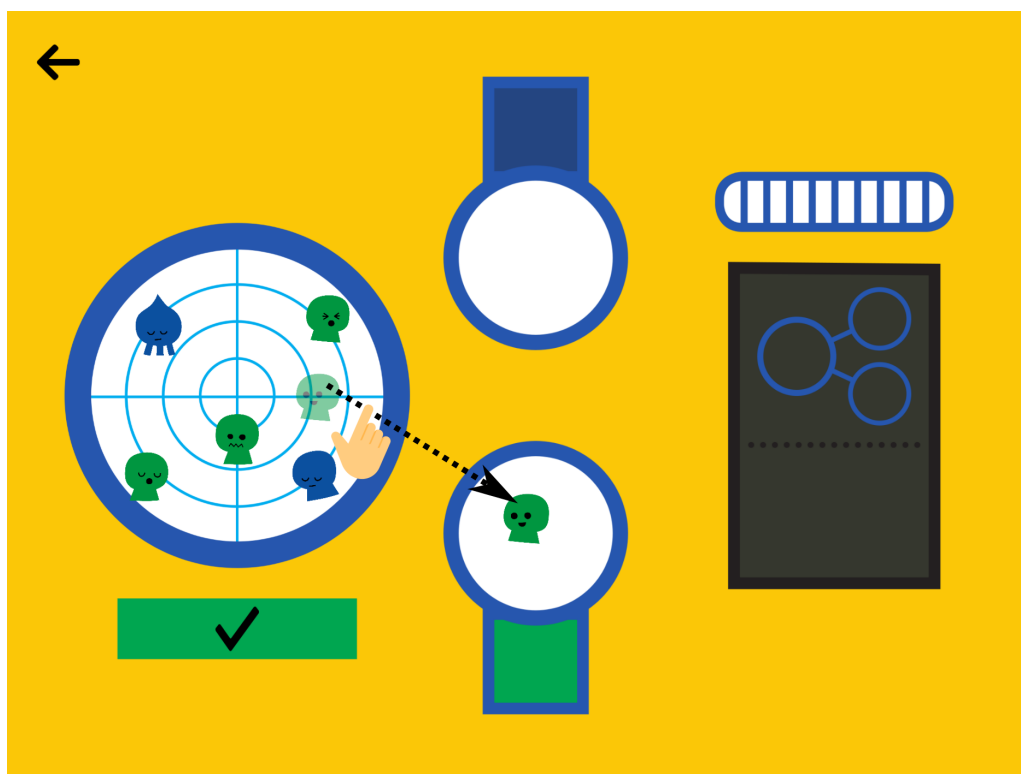


Figura 4.9: Exemplo de arrastar um monstro com base no critério cor

Ao arrastar os monstros, é deixada uma sombra para trás. A ideia é que após arrastar todos os monstros, o utilizador perceba que a soma dos monstros arrastados é igual ao número de cópias deixadas para trás. Ou seja, o utilizador está a utilizar os componentes do jogo de forma a criar uma representação da soma através do *number bond*.

4.3.3 Componentes do jogo

O jogo é composto por diversos componentes estáticos e dinâmicos. Existem componentes estáticos, que são comuns a todos os níveis e outros componentes, também estáticos, que

só estão presentes em alguns dos níveis. Para além disso, existem componentes dinâmicos que são gerados em função do nível em questão.

Os monstros são o componente dinâmico base do jogo tendo em conta que todas as tarefas envolvem arrastar este componente para outros componentes. Os monstros têm diferentes cores, formas e caras que são gerados de forma automática dependendo do nível.

As cores, formas e caras disponíveis dos monstros são as representadas nas Figuras 4.10, 4.11 e 4.12, respetivamente.



Figura 4.10: Cores dos monstros



Figura 4.11: Formas dos monstros



Figura 4.12: Caras dos monstros

A mira é um componente estático comum a todos os níveis que serve como referência para o local onde os monstros são gerados (ver Figura 4.13).

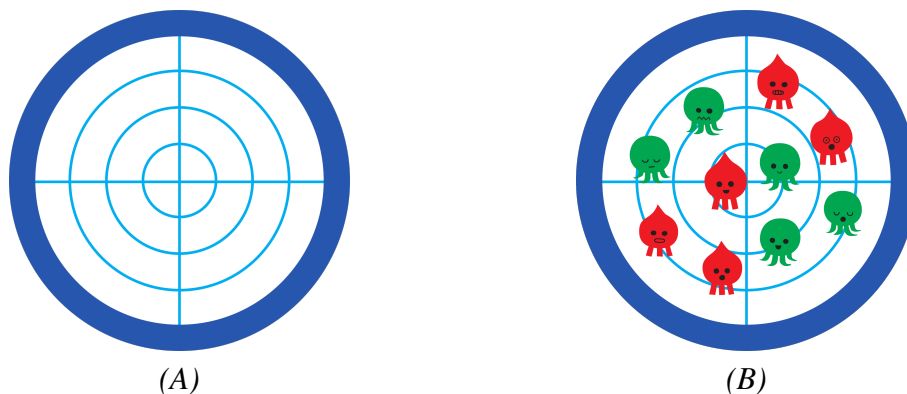


Figura 4.13: Mira antes e depois da geração de monstros

(A) - Mira onde os monstros são gerados

(B) - Exemplo de mira após a geração dos monstros

O botão de validação é um componente estático comum a todos os níveis que serve para validar a resposta do utilizador (ver Figura 4.14).



Figura 4.14: Botão de validação de resposta

As jaulas são componentes estáticos comuns a todos os níveis e servem como o local para onde os monstros devem ser arrastados. Estes componentes diferem dos apresentados anteriormente aquando da apresentação dos elementos gráficos desenvolvidos pela designer Yara Kono, pois os iniciais apresentavam limitações do ponto de vista de usabilidade devido ao tamanho dos elementos utilizados como critérios (cara e forma). Desta forma, para fornecer uma melhor experiência de utilização, estes componentes foram redesenhados pelo autor da dissertação com o objetivo de acomodarem mais facilmente os elementos utilizados como critério. Estes elementos são apresentados de forma separada do local para onde o utilizador deve arrastar os monstros (ver Figura 4.15). De forma a não gerar entropia, os monstros só podem estar na sua posição inicial (na mira) ou dentro de uma das jaulas. Desta forma, o utilizador tem a clara noção quais são os monstros que já foram arrastados e quais necessitam de ser arrastados.

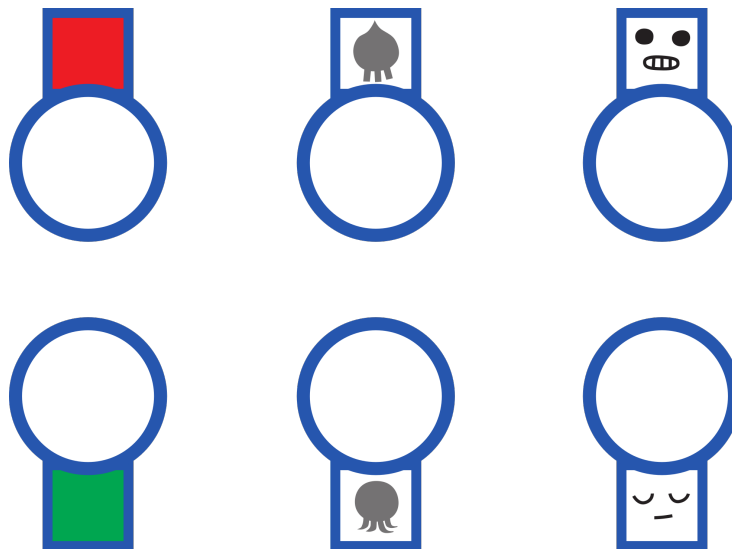


Figura 4.15: Exemplo de jaulas para onde monstros devem ser arrastados

O quadro, *numberbond* e respetiva operação são um componente dinâmico que pode ou não precisar do preenchimento do utilizador dependendo do nível que o aluno está a jogar (ver Figura 4.16).

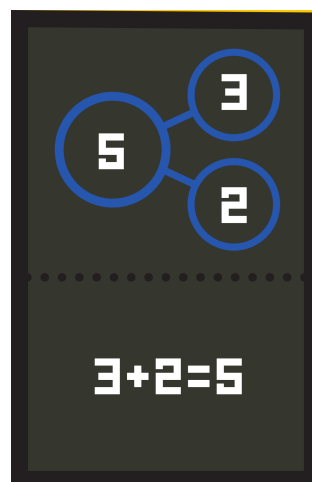


Figura 4.16: Quadro, *numberbond* e respetiva operação

O teclado numérico é um componente dinâmico que só aparece em certos níveis e serve como recurso para o preenchimento do *number bond* no quadro (ver Figura 4.17). Os números do teclado numérico são repostos de forma a poder utilizar o mesmo número em desafios cuja soma seja composta por partes iguais (ex: $3 + 3$ ou $4 + 4$). Ou seja, os números do teclado podem ser utilizados mais do que uma vez, sendo repostos a cada utilização. De uma forma similar aos monstros e devido ao mesmo motivo, os números do teclado numérico só podem estar na sua posição inicial ou no *number bond*.

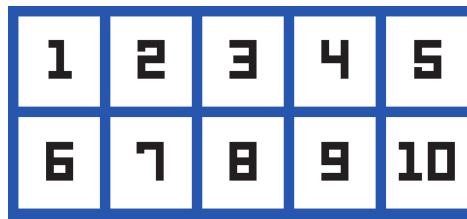


Figura 4.17: Teclado numérico

A barra de progresso é um componente estático comum a todos os níveis que indica quantas respostas corretas faltam para o utilizador receber um novo cromo (ver Figura 4.18).



Figura 4.18: Barra de progresso para a obtenção de um novo cromo

Os cromos são componentes estáticos que são atribuídos ao utilizador como recompensa por responder corretamente a dez desafios (ver Figura 4.19). O seu progresso nesta tarefa está diretamente associado à barra de progresso.



Figura 4.19: Exemplo de um cromo que pode ser atribuído como recompensa

4.3.4 Progressão de Níveis

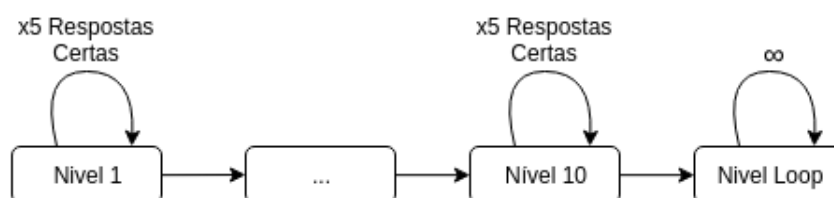


Figura 4.20: Sucessão dos níveis do jogo

O jogo é composto por vários níveis que aumentam gradualmente de complexidade para apresentar diversos conceitos ao utilizador de forma faseada. Desta forma, conseguimos

controlar a curva de aprendizagem do utilizador. Quando acaba o ciclo dos dez níveis base, o utilizador já teve contacto com todo o tipo de critérios de separação que podem surgir e como tal, podemos apresentar qualquer nível do jogo.

Os níveis avançam a cada cinco respostas corretas e estão organizados por critério de separação da seguinte forma:

Nos primeiros cinco níveis o utilizador tem de separar os monstros por critérios sem recorrer ao teclado numérico e ao preenchimento do *numberbond*.

No nível 1 o utilizador realiza a separação por cor e variam as caras e formas.

Nos níveis 2 e 3, o utilizador realiza a separação por forma, sendo que no primeiro os monstros têm a mesma cor e cara e no último os monstros podem ter várias cores e caras.

Para os níveis 4 e 5 a tarefa é semelhante aos anteriores com a diferença que no nível 4 o critério de separação é cara e os monstros apresentam a mesma cor e forma e no nível 5, o critério de separação é o mesmo com a diferença que os monstros podem ter várias cores e formas.

Do nível 6 ao 10, o utilizador tem de separar os monstros pelos mesmos critérios que nos níveis anteriores (na mesma ordem) e tem de preencher também o *numberbond* utilizando os números disponíveis no teclado numérico.

A partir do nível 10 o utilizador entra no nível *loop* em que pode encontrar qualquer um dos níveis anteriores de forma aleatória.

O resumo da informação apresentada em cima está presente na Tabela 4.1.

	Critério	Teclado Numérico
Nível 1	Cor (variavam as caras e formas)	Não
Nível 2	Forma (mesma cor e cara)	Não
Nível 3	Forma (variavam as cores e caras)	Não
Nível 4	Cara (mesma cor e forma)	Não
Nível 5	Cara (variavam as cores e formas)	Não
Nível 6	Cor (variavam as caras e formas)	Sim
Nível 7	Forma (mesma cor e cara)	Sim
Nível 8	Forma (variavam as cores e caras)	Sim
Nível 9	Cara (mesma cor e forma)	Sim
Nível 10	Cara (variavam as cores e formas)	Sim
Nível Loop	Qualquer um dos critérios	Sim

Tabela 4.1: Resumo dos critérios associados a cada nível

Os níveis são gerados de forma automática e aleatória com base no número de monstros, tipo de nível (separação por cor, forma ou cara) e tipo de exercício (com ou sem teclado numérico).

A experiência é atribuída com base nas respostas do utilizador sendo que as corretas atribuem um ponto e as incorretas não atribuem pontos. O utilizador percebe se a sua resposta está correta ou errada através de uma mudança na cor de fundo do jogo que por

base é amarela (ver Figura 4.21).

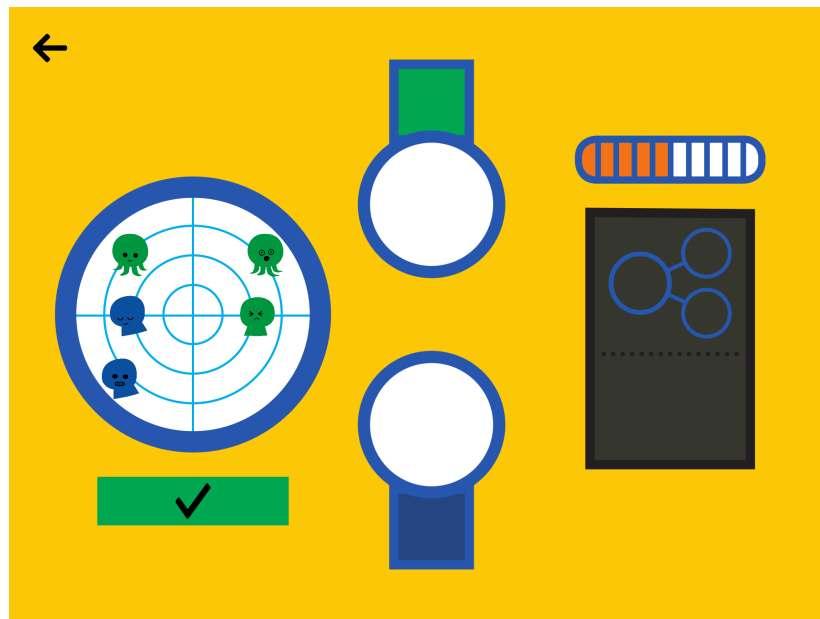


Figura 4.21: Estado normal do jogo

O jogo altera a cor de fundo para verde nas respostas corretas ou para vermelho nas respostas erradas (ver Figura 4.22). Este estado de mudança da cor de fundo mantém-se durante cinco segundos para as respostas corretas de forma a forçar o utilizador a olhar para a solução submetida e perceber a operação matemática associada à mesma. Para o caso das respostas incorretas, este estado de mudança de cor apenas se mantém durante dois segundos pois o objetivo neste caso é apenas advertir o utilizador que a sua resposta não está correta e que deve corrigir a mesma.

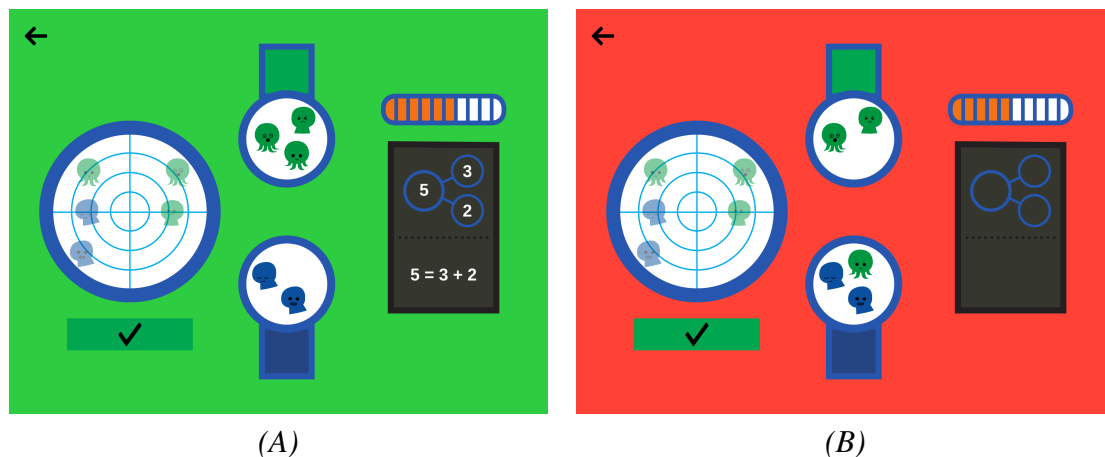


Figura 4.22: *Feedback* de resposta
(A) - *Feedback* para resposta correta
(B) - *Feedback* para resposta errada

4.3.5 Retenção de Utilizadores

A cada 10 respostas corretas a barra de progresso fica completa e o utilizador recebe um cromo (ver Figura 4.23) que aparece como desbloqueado na caderneta.

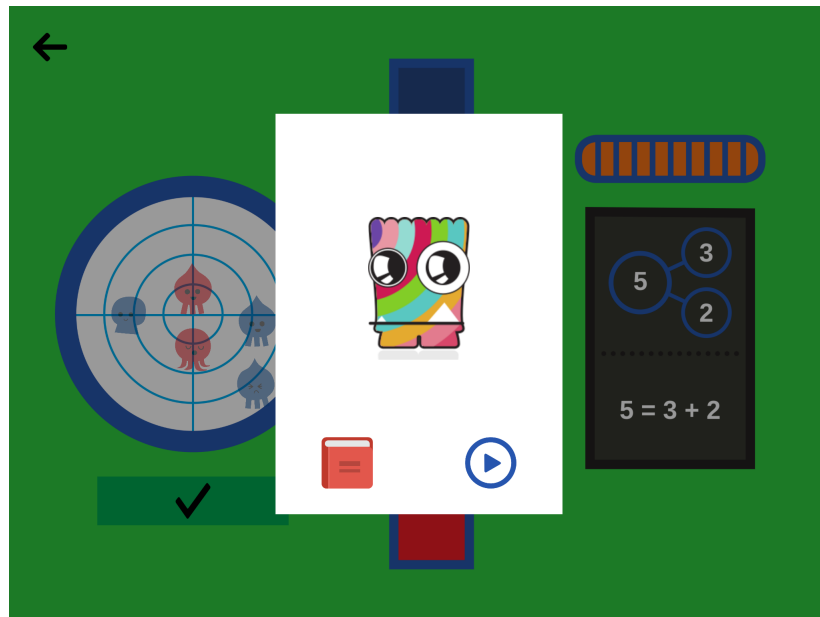


Figura 4.23: Receber um cromo

Esta funcionalidade tem grande importância no que diz respeito à retenção de utilizadores. A caderneta tem 24 cromos por desbloquear (ver Figura 4.24) que são atribuídos de forma aleatória permitindo repetidos.

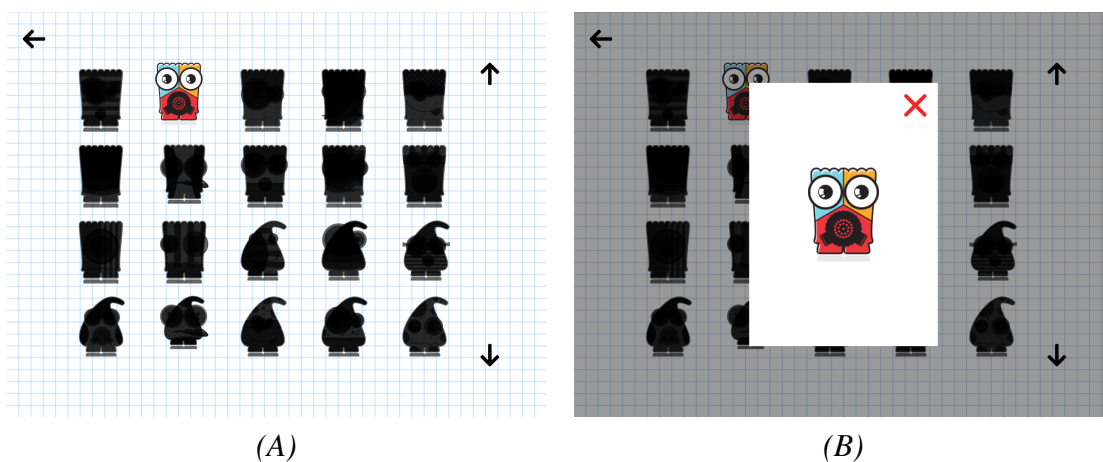


Figura 4.24: Caderneta
(A) - Caderneta com cromo desbloqueado
(B) - Caderneta com cromo selecionado

Desta forma, existem utilizadores com cromos desbloqueados que os colegas não

têm. Isto leva a uma competição saudável entre os utilizadores que procuram completar a coleção primeiro que os seus colegas. Esta competição traduz-se numa vontade de passar mais tempo a jogar e consequentemente numa melhor consolidação dos conceitos apresentados pelo jogo.

4.3.6 Sincronização de Sessões

De forma a recolher a máxima informação possível relativamente ao desempenho do utilizador na aplicação, foi desenvolvido um mecanismo de sincronização de sessões que permite ao utilizador utilizar o jogo em modo *offline* e ainda assim recolher os dados relativos a essas sessões de forma a serem sincronizadas posteriormente com a plataforma de *backoffice*.

De forma a perceber este mecanismo é necessário esclarecer o conceito de sessão. Neste âmbito, consideramos uma sessão de jogo cada vez que o utilizador abre a aplicação, realiza um ou mais exercícios e fecha a aplicação.

Assim, para sincronizar com a plataforma de *backoffice* o utilizador tem de ter pelo menos uma sessão finalizada. As sessões que já se encontram finalizadas são colocadas num *buffer* de sincronização. Caso o utilizador tenha internet quando começa a jogar, as sessões presentes no *buffer* são sincronizadas com o *backoffice*. Caso contrário, a cada validação de uma resposta o jogo verifica se tem ligação à internet e tenta sincronizar as sessões pendentes. Se o utilizador não se ligar à internet até finalizar a sessão, esta é adicionada ao *buffer* de sincronização para que seja enviada para o servidor quando for possível estabelecer uma ligação.

Todo o processo de comunicação é realizado com recurso a *Web Sockets* que estão abertas no lado da plataforma de *backoffice*.

4.4 Tecnologias

De forma a homogeneizar e agilizar o processo de desenvolvimento e tendo em conta que as *frameworks* de *Javascript* são cada vez mais utilizadas pela comunidade de *web developers*, foram escolhidas três *frameworks* que recorrem a esta linguagem para este projeto.

Outro critério tido em conta foi o facto das *frameworks* terem de ser *open-source* para que caso o projeto seja implementado numa escola, não existam custos associados a este fator.

Para o desenvolvimento do backend foi utilizado *MeteorJS*¹. Esta *framework* permite um modelo iterativo de rápida prototipagem e produz aplicações multi-plataforma (*Android*, *iOS*, *Web*). *MeteorJS* integra de forma nativa com *MongoDB*², uma base de dados *NoSQL*

¹<https://www.meteor.com/>

²<https://www.mongodb.com/>

orientada a documentos que se assemelham a *JSON* (um dos formatos de ficheiros mais utilizados para comunicação assíncrona entre o *browser* e servidor). Esta semelhança facilita os processos de inserção, atualização e remoção na base de dados. Para além disso, esta *framework* utiliza DDP (*Distributed Data Protocol*) e um padrão *publish-subscribe* que propaga de forma automática mudanças nos dados para os clientes sem ser necessário escrever qualquer tipo de código de sincronização. Desta forma, e devido ao bom suporte que tem por parte da comunidade, esta foi a *framework* escolhida para o desenvolvimento do *backend* da solução.

Para o desenvolvimento do *frontend* foi utilizado *ReactJS*³. Esta *framework* é mantida pelo Facebook, Instagram e uma comunidade de programadores individuais e outras organizações. De momento é uma das *frameworks* mais utilizadas pela comunidade e foca-se sobretudo no desenvolvimento de aplicações *single-page* e móveis. A sua utilização permite criar soluções rápidas, simples de manter, evoluir e escaláveis. Para além disso é uma das *frameworks* que melhor interliga com *MeteorJS*.

Para o desenvolvimento do jogo móvel foi utilizado *Phaser*⁴. A *framework Phaser* permite criar jogos 2D para *HTML5*, *desktop* e dispositivos móveis. Esta *framework* utiliza um *Canvas* e um mecanismo de renderização *WebGL* que alternam automaticamente entre si com base no suporte por parte do *browser*. Esta característica permite uma rápida renderização tanto no *desktop* como em dispositivos móveis. Desta forma, tendo em conta o vasto suporte por parte da comunidade e o facto de ser possível criar uma aplicação nativa com recurso a uma outra *framework* como *PhoneGap* ou *Apache Cordova*, o *Phaser* foi escolhido para o desenvolvimento do jogo móvel.

Para a integração da solução desenvolvida em *Phaser* numa aplicação nativa foi utilizada a *framework Apache Cordova*⁵. Esta *framework* permite o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis utilizando *CSS3*, *HTML5* e *Javascript* em vez de utilizar *APIs* específicas como as do *Android*, *iOS* e *Windows Phone* e ainda assim exportar soluções para estes dispositivos. Desta forma e tendo em conta que a integração com *Phaser* é fácil, esta foi a *framework* escolhida para a exportação do jogo desenvolvido para dispositivos móveis.

4.5 Síntese

Neste Capítulo descrevemos uma plataforma para ensino de matemática a crianças entre os quatro e os sete anos apelidada de LevelUP e composta por um jogo móvel e um *backoffice*.

O jogo móvel foi criado de forma a auxiliar a aprendizagem de matemática de crianças de pré-primária e primeiro ano de escolaridade. Para isso, o jogo foi pensado e desenhado de forma a abstrair o processo educativo e ao mesmo tempo cativar os alunos para que

³<https://reactjs.org/>

⁴<http://phaser.io/>

⁵<https://cordova.apache.org/>

passem mais tempo a utilizar a aplicação. O jogo tem também a capacidade de recolher métricas relativas à utilização dos alunos para que possam posteriormente ser visualizadas e analisadas pelos encarregados de educação e professores no *backoffice*.

O *backoffice* foi criado para que os encarregados de educação e professores consigam visualizar e analisar a prestação dos seus educandos enquanto utilizadores da aplicação. A informação que podem consultar é relativa à prestação geral e sessões de jogo dos alunos que têm associados ao seu perfil. Através de dois tipos de visualização, visão de calendário e visão das métricas da sessão, estes utilizadores conseguem ter uma melhor perceção da prestação dos seus educandos e conseguem consequentemente acompanhar melhor a sua evolução.

Toda a plataforma foi desenvolvida com recurso a tecnologias *open-source* de forma a que seja possível implementar esta solução em escolas sem que existam custos associados.

Capítulo 5

Avaliação Com Utilizadores

Este capítulo descreve os testes preliminares e os testes finais realizados à solução LevelUP (jogo móvel e *backoffice*), assim como os resultados obtidos.

5.1 Testes Preliminares

Os testes preliminares foram efetuados somente para o jogo e realizaram-se em duas iterações com o mesmo conjunto de utilizadores de duas turmas do Externato Eduarda Maria. Os participantes dos testes pertenciam a uma turma de pré-primária (com idade menor ou igual a cinco anos) e a uma turma de primeiro ano (alunos com idade maior ou igual a cinco anos).

5.1.1 Primeira Iteração

O objetivo desta iteração foi validar se o jogo cumpria o seu objetivo e descobrir se existiam *bugs* que influenciassem a boa utilização da solução. Para isto, foi efetuado um levantamento informal de dados que consistiu na observação da utilização do jogo por parte dos alunos. Os alunos foram chamados aos pares e foi-lhes solicitado que resolvessem entre três a quatro desafios.

Nesta iteração participaram dezassete alunos de pré-primária e doze alunos de primeiro ano. O tablet utilizado foi um Samsung Galaxy Tab 4 10.1”(2014).

Na turma dos alunos de pré-primária testámos apenas os níveis simples (sem preenchimento do *numberbond*). Verificámos que os alunos percebiam bem os diversos critérios de separação: cor, forma e cara. Numa fase inicial, a presença de um adulto mostrou-se importante para os alunos perceberem as tarefas que deviam efetuar.

Relativamente a observações técnicas, verificámos que o desempenho gráfico no tablet utilizado estava lento. Este problema devia-se provavelmente à idade do tablet (2014) e à consequente falta de capacidade de renderização da sua placa gráfica.

Relativamente a *bugs* encontrados, reparámos que a caderneta de cromos estava desformatada. Os cromos estavam sobrepostos uns aos outros em vez de utilizar todo o ecrã.

Deduzimos que este *bug* fosse devido a um erro no cálculo do espaço disponível.

No que diz respeito a observações relativas a usabilidade, verificámos que o tempo do ecrã verde estava demasiado curto (três segundos). Muitas das vezes os alunos não olhavam para o resultado e passavam rapidamente para o próximo nível. Verificámos também que alguns dos alunos não percebiam se o monstro estava a ser arrastado.

Na turma dos alunos do primeiro ano testámos apenas níveis com preenchimento do *numberbond*. Verificámos que os alunos percebiam bem esta tarefa. Numa fase inicial, a presença de um adulto mostrou-se também importante para os alunos perceberem as tarefas que deviam efetuar.

Relativamente a observações técnicas, verificámos que os números do teclado numérico eram difíceis de arrastar e os utilizadores muitas das vezes necessitavam de mais de uma tentativa para os conseguir arrastar.

Relativamente a *bugs* encontrados, mencionamos apenas os mais relevantes e que provocaram inconsistências na utilização do jogo. Verificámos que existia um *bug* na troca de números do *numberbond*. Cada vez que um número era arrastado dentro do *numberbond* para outra posição (também dentro do *numberbond*), o número antigo desaparecia. Outro *bug* que observámos foi uma falha na maximização do jogo. O jogo apresentava uma barra azul em baixo em vez de utilizar todo o ecrã.

No que diz respeito a observações relativas a usabilidade, consideramos que o jogo ao entrar no modo *loop* deve gerar apenas níveis com teclado numérico, pois não faz sentido submeter os alunos a desafios de dificuldade mais baixa quando já têm competências para responder aos desafios mais difíceis.

5.1.2 Segunda Iteração

Esta iteração teve como objetivo validar se as melhorias e alterações a defeitos detetados na fase anterior foram bem sucedidas, originando portanto uma melhor utilização do jogo. Para além disso, esta iteração teve também como objetivo validar se os dados estavam a ser corretamente sincronizados com a plataforma de *backoffice*.

Nesta iteração participaram dezassete alunos de pré-primária e doze alunos de primeiro ano. O tablet utilizado foi um Amazon Fire 7 (2017).

Na turma dos alunos de pré-primária testámos os níveis simples e com preenchimento do *numberbond*. Na turma dos alunos do primeiro ano testámos apenas níveis com preenchimento do *numberbond*. Verificámos que ambos os grupos de alunos ainda se lembravam do objetivo do jogo e não precisaram da ajuda inicial de um adulto. Tendo em conta que o desempenho gráfico foi melhor, os monstros e os números do teclado numérico ficaram mais fáceis de arrastar. Observámos também que os alunos queriam continuar a jogar e que esta motivação estava relacionada com a vontade de completar a caderneta de cromos.

Relativamente a observações técnicas, verificámos que o desempenho gráfico foi

melhor no novo tablet utilizado. Esta observação vai de encontro ao que deduzimos na primeira iteração, na medida que é um tablet mais recente e com maior capacidade de processamento que o anterior (Samsung Galaxy Tab 4 10.1”(2014)). Verificámos também que a sincronização de dados com a plataforma de *backoffice* funcionou corretamente.

Relativamente aos *bugs* encontrados na iteração anterior, corrigimos a formatação dos cromos na caderneta. Mais uma vez, as deduções feitas na primeira iteração estavam corretas e o problema era relativo a um erro de cálculo no espaço disponível, na medida que não considerámos a densidade de *pixels* do dispositivo. Com os ajustes feitos, esta funcionalidade deverá escalar devidamente para tablets de diferentes tamanhos e com densidades de *pixels* diferentes. O *bug* da troca de números no *numberbond* foi também resolvido com sucesso e devia-se a problemas no reaproveitamento de *assets* para efeitos de economia de recursos.

No que diz respeito às observações relativas à usabilidade, aumentámos o tempo de ecrã verde para cinco segundos. Com esta alteração verificámos que os alunos, por serem “obrigados” a passar mais tempo neste ecrã, olharam com mais atenção para a resposta submetida e respetiva operação matemática. O problema da falta de perceção no arrastamento dos monstros foi também mitigado aumentando o tamanho dos mesmos quando se encontram nesta ação.

5.2 Testes Finais ao Jogo Móvel

Os testes finais ao jogo móvel foram efetuados com as mesmas duas turmas que nos testes preliminares, sendo que da turma de pré-primária participaram 13 alunos e da turma de primeiro ano 10 alunos. Estes testes diferiram dos testes preliminares na medida que procurámos validar o jogo móvel como um todo e não apenas a parte da jogabilidade.

5.2.1 Procedimento

Os testes foram realizados com os alunos de forma individual (ao contrário dos testes preliminares) e cada aluno seguiu um conjunto de tarefas bem delineadas. Foi solicitado a cada aluno que realizasse as seguintes tarefas por ordem:

1. Aceder ao modo de jogo (a partir do ecrã principal).
2. Fazer 5 desafios corretos para ganhar um cromo.¹
3. Aceder à caderneta dos cromos.
4. Selecionar o cromo que ganhou.

¹Reduzimos o número de níveis necessários para ganhar um cromo de forma a reduzir o tempo total dos testes

5. Voltar ao jogo.

Com base nestas tarefas, foram recolhidos os seguintes dados:

- Número de desafios corretos.
- Número de desafios errados.
- Dúvidas ou dificuldades em utilizar a interface.
- Vontade de utilizar o jogo novamente.
- Duração da sessão.

5.2.2 Resultados

Tendo em conta que foi planeado o mesmo guião de tarefas para duas turmas de anos diferentes, dividimos os dados recolhidos por turma para que seja possível comparar os mesmos e verificar se a idade e respetivo ano de escolaridade, entre outros fatores, influencia a utilização do jogo móvel.

A duração média por exercício dos alunos de pré-primária foi de 73.70 segundos com desvio padrão de 16.02, enquanto que para os alunos de primeiro ano foi de 47.40 segundos com desvio padrão de 9.96 (ver Figura 5.1).

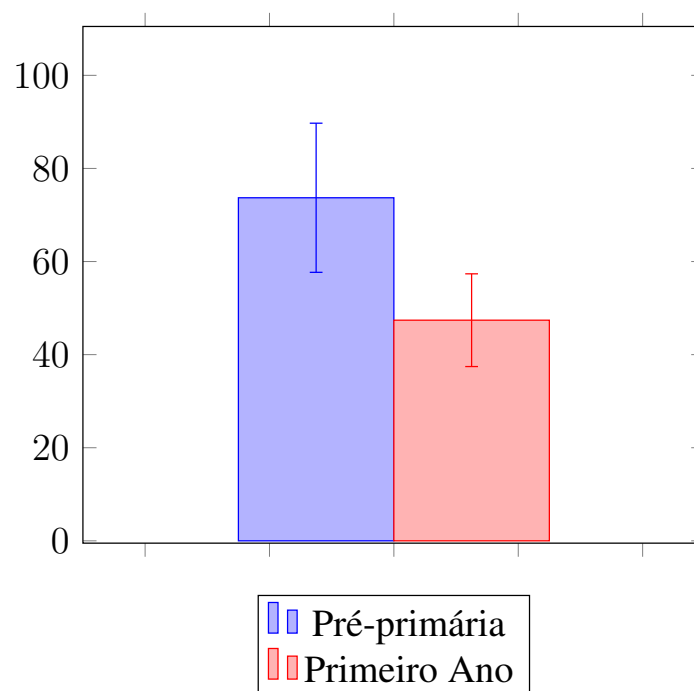


Figura 5.1: Comparação das durações médias por desafio da turma de pré-primária e primeiro ano

Ao aplicar o teste *Shapiro-Wilk* aos resultados relativos a esta variável, obtivemos os seguintes ρ :

<i>Turma</i>	ρ
Pré-primária	0.97
Primeiro Ano	0.1739

Tabela 5.1: ρ da variável duração média por exercício

Como ambos os $\rho > 0.05$, podemos afirmar que os dados estão distribuídos normalmente.

De forma a comparar estes dados e tendo em conta que a distribuição dos mesmos é normal, aplicámos o teste *T-Student* e obtivemos um ρ de $9.885e-05$. Logo, como $\rho < 0.05$ podemos afirmar que existe uma diferença estatística significativa entre os resultados.

A percentagem de respostas corretas por sessão para os alunos de pré-primária foi de 75.5% com desvio padrão de 15.21, enquanto que para os alunos de primeiro ano foi de 93.1% com desvio padrão de 10.875 (ver Figura 5.2).

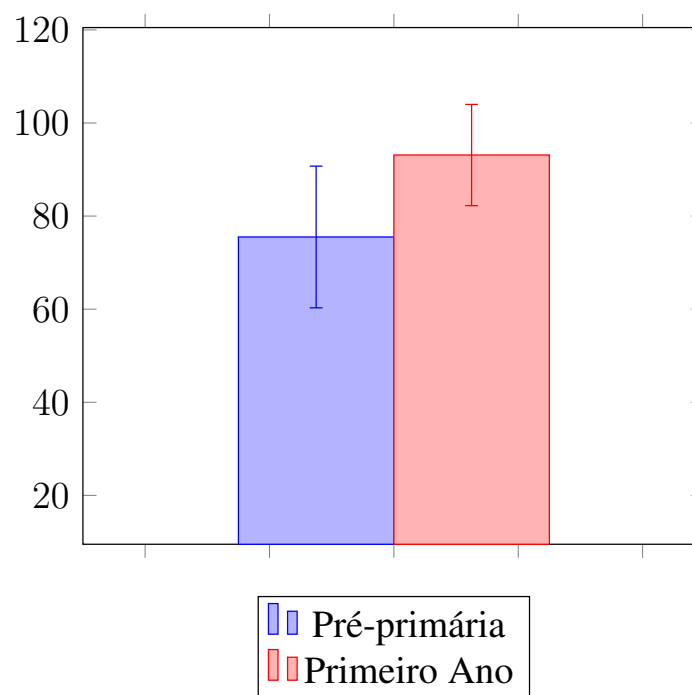


Figura 5.2: Comparação da média de percentagem de respostas corretas por aluno da turma de pré-primária e primeiro ano

Ao aplicar o teste *Shapiro-Wilk* aos resultados relativos a esta variável, obtivemos os seguintes ρ :

<i>Turma</i>	ρ
Pré-primária	0.2408
Primeiro Ano	0.001048

Tabela 5.2: ρ da variável percentagem de respostas corretas por aluno

Para os alunos de pré-primária temos um $\rho > 0.05$, logo podemos afirmar que os dados estão distribuídos normalmente. No caso dos alunos de primeiro ano temos um $\rho < 0.05$, logo os dados não estão distribuídos de forma normal.

De forma a comparar estes dados e tendo em conta que a distribuição dos mesmos não é normal, aplicámos o teste *Mann-Whitney* e obtivemos um ρ de 0.009032. Logo, como $\rho < 0.05$ podemos afirmar que existe uma diferença estatística significativa entre os resultados.

Verificámos também que 53.8% dos alunos de pré-primária não percebeu qual era o botão que os levava para o modo de jogo e só conseguiu progredir com ajuda, enquanto que para os alunos de primeiro ano, esta percentagem foi de 30.0% (Ver Figura 5.3).

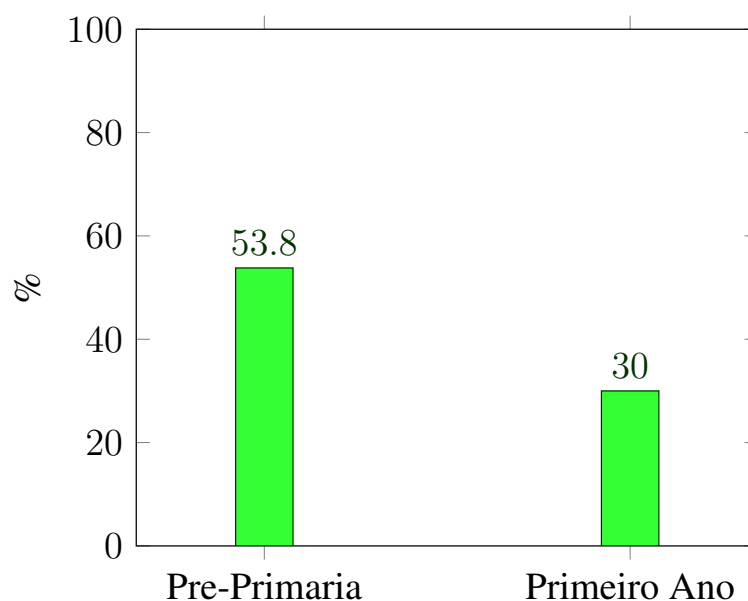


Figura 5.3: Percentagem de utilizadores que não percebeu qual era o botão que os levava para o modo de jogo

84.6% dos alunos de pré-primária afirmou que gostaria de jogar novamente, enquanto que para os alunos de primeiro ano, esta percentagem foi de 90.0%.

5.2.3 Discussão

Verificámos que existe uma diferença evidente entre a duração média das sessões para as duas turmas. A turma da pré-primária demorou, em média, sensivelmente mais 26

segundos por desafio comparativamente à turma de primeiro ano. Consideramos que esta diferença advém da experiência e capacidade de raciocínio desenvolvidos ao longo do primeiro ano de escolaridade e não com uma dificuldade maior em utilizar o jogo por parte dos alunos mais novos.

Relativamente à percentagem de respostas corretas e erradas, as percentagens foram ligeiramente diferentes para as duas turmas, sendo que a turma dos alunos mais velhos obteve um melhor rácio entre respostas corretas e erradas. Isto levou-nos a concluir que os alunos mais velhos têm uma capacidade de raciocínio mais rápida que se traduz numa ligeira melhor proficiência matemática.

Também observámos que 53.8% dos alunos de primária e 30% dos alunos de primeiro ano não perceberam qual era o botão que os levava para o modo de jogo e só conseguiram progredir com ajuda (Ver Figura 5.4, 1 - Botão onde os alunos clicaram, 2 - Botão que os leva para o modo de jogo). Tendo em conta que este fator se observou significativamente em ambas as turmas, percebemos que a entrada no modo de jogo não é explícita pelo que o menu principal deve ser revisto de forma a mitigar este problema.

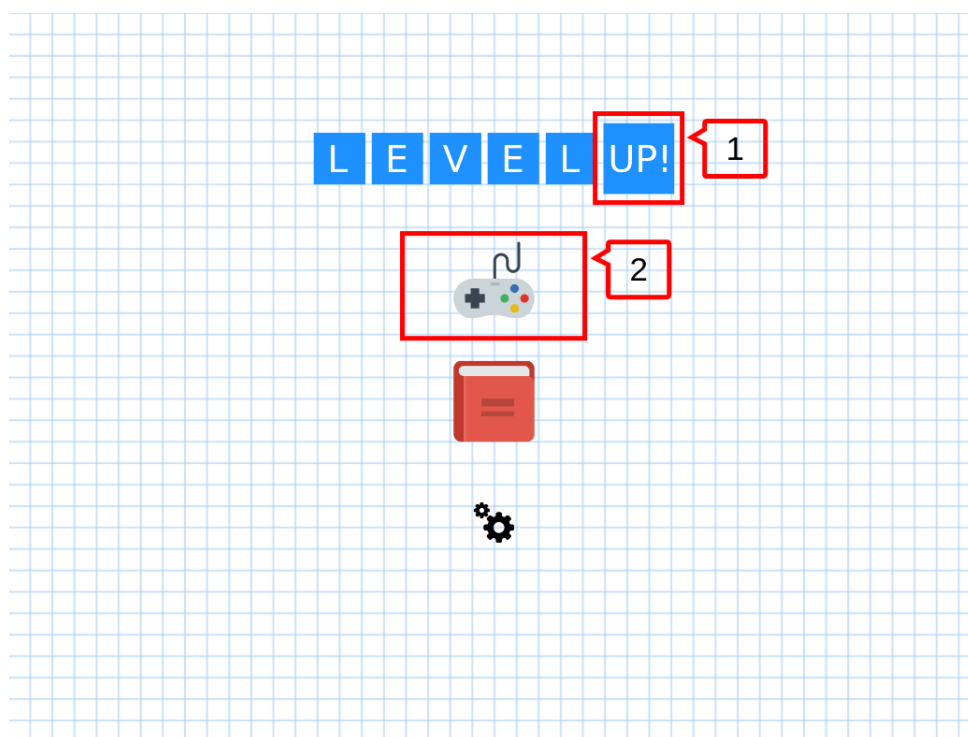


Figura 5.4: Menu do jogo

O facto de 84.6% dos alunos de pré-primária e 90% dos alunos de primeiro ano quere-rem voltar a jogar novamente, transmite confiança que o jogo é motivante e interessante. Este facto associado ao *feedback* dos alunos relativamente à vontade de completar a caderneta de cromos leva-nos a perceber que a estratégia de retenção de utilizadores foi bem implementada. É importante referir que não existiram respostas negativas a este

fator, sendo que as percentagens restantes para formar os 100% em ambas as turmas são provenientes de abstenção de respostas por parte de alunos que não concluíram a sessão de jogo.

5.3 Testes Finais ao *Backoffice*

Os testes finais ao *backoffice* foram efetuados com dois grupos de utilizadores com características diferentes. Um dos grupos era composto por 6 professores com idades compreendidas entre os 36 e os 46 anos e o outro por 14 utilizadores normais com idades compreendidas entre os 23 e os 59 anos. Esta diferença deve-se ao facto de querermos comprovar se a informação apresentada era facilmente percebida e se tinha relevância para o público alvo desta plataforma: os professores e potenciais encarregados de educação (utilizadores normais).

5.3.1 Procedimento

Foi apresentado um cenário aos utilizadores para enquadrá-los com as tarefas a realizar:

”Supondo que é um(a) professor(a) que está a aceder ao *Backoffice* da plataforma LevelUP na segunda-feira (25/06/18) e que pretende avaliar a utilização dos alunos do jogo LevelUP na semana de 18/06/18 a 25/06/18. Suponha ainda que o jogo LevelUP é um recurso extra de apoio à aprendizagem e que em certos casos pode ser utilizado em vez de fichas ou cadernos de exercícios.”

Seleccionámos um conjunto de tarefas bem delineadas e solicitámos a cada utilizador que as realizasse por ordem:

1. Aceder a <http://localhost:3000/> e registar-se.
2. Associar os estudantes:
Nome: João Pedro, NIF: 111111111;
Nome: Francisco Silva, NIF: 222222222;
Nome: Joana Rodrigues, NIF: 333333333.
3. Aceder à página do estudante João Pedro e consultar as sessões na semana do cenário.
4. Aceder à página do estudante Francisco Silva e consultar as sessões na semana do cenário.
5. Aceder à página do estudante Joana Rodrigues e consultar as sessões na semana do cenário.

De forma a avaliar a solução, foi solicitado aos utilizadores que respondessem a um conjunto de perguntas relativas à informação apresentada pela plataforma, assim como um outro conjunto de perguntas relativas à usabilidade e aceitação da plataforma, e que respondessem aos questionários TAM (*Technology Acceptance Model*)[3] e SUS (*System Usability Scale*)[2] para avaliar utilidade e usabilidade da plataforma.

Estes questionários encontram-se em anexo a este documento (Ver Apêndice A - Questionário dos Testes Finais ao *Backoffice*).

5.3.2 Resultados

Tendo em conta que foi aplicado o mesmo guião de tarefas para ambos os grupos de utilizadores, dividimos os dados recolhidos por grupo para que seja possível comparar os mesmos e verificar se o facto de ser professor ou não, influencia a forma de avaliar os conteúdos da plataforma.

Verificámos que 92.9% dos utilizadores normais responderam corretamente à questão relativa ao número de sessões do aluno João Pedro no dia 20/06/2018, enquanto que no caso dos professores, este valor foi de 83.3% (ver Figura 5.5).

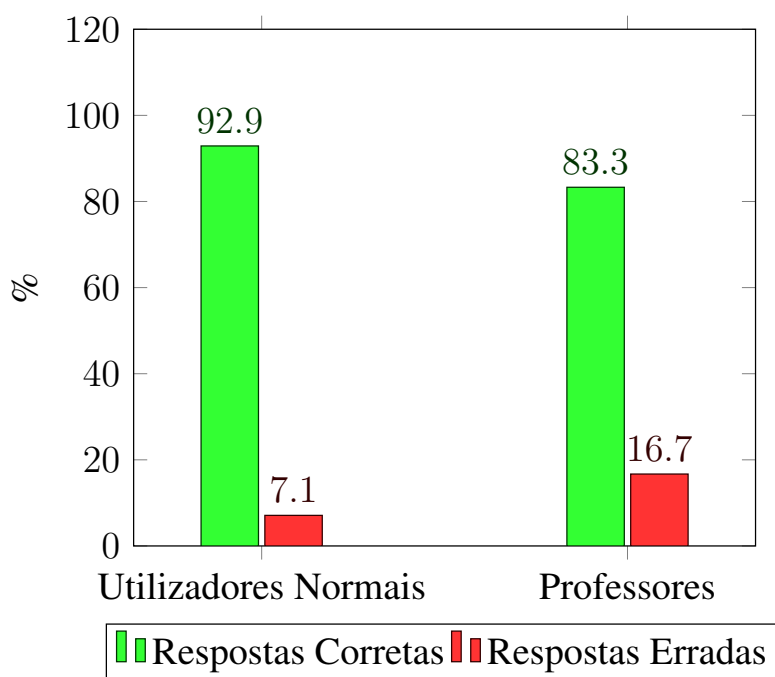


Figura 5.5: Respostas dos utilizadores normais e professores ao número de sessões realizadas no dia 20/06/2018 pelo aluno João Pedro

Verificámos também que 100% dos utilizadores normais e professores responderam corretamente à questão relativa ao número de sessões do aluno Francisco Silva no dia 22/06/2018 e à questão relativa ao número de sessões na semana de 18/06/18 a 25/06/18 da aluna Joana Rodrigues.

57.1% dos utilizadores normais responderam que a evolução semanal da aluna Joana Rodrigues era neutra, enquanto que no caso dos professores, este valor foi de 50.0% (ver Figura 5.6).

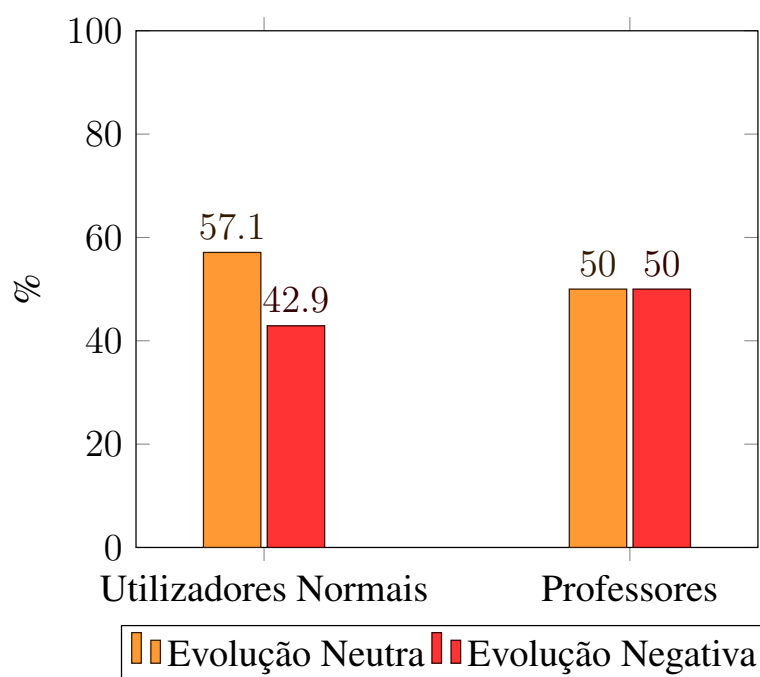


Figura 5.6: Respostas dos utilizadores normais e professores à evolução da semana da aluna Joana Rodrigues

100.0% dos utilizadores normais responderam que a evolução semanal do aluno João Pedro era positiva, enquanto que no caso dos professores, este valor foi de 83.3% (ver Figura 5.7).

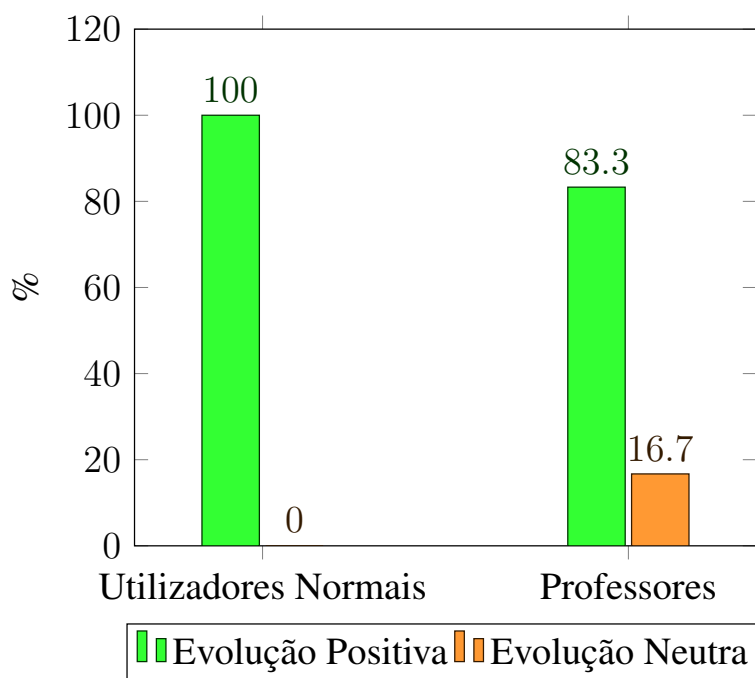


Figura 5.7: Respostas dos utilizadores normais e professores à evolução da semana do aluno João Pedro

Os utilizadores normais referiram os seguintes pontos como comentários/sugestões: Comentaram que o calendário deveria estar acompanhado de uma legenda que identificasse as cores utilizadas no calendário e que o botão de criação de conta deveria ser maior para ser percebido com mais facilidade. Sugeriram que a existência de gráficos era importante para complementar a vista de calendário e facilitar a avaliação dos educandos. Referiram que a navegação para a página dos alunos não era intuitiva e que deveriam existir formas mais simples de aceder, como o acesso pelas definições ou ao clicar num aluno na página de gestão de alunos.

Os professores referiram os seguintes pontos como comentários/sugestões: Comentaram que era necessário uma legenda de forma a perceber o código de cores utilizado no calendário e que o botão de criação de conta deveria ser maior para ser percebido com mais facilidade. Referiram que a navegação para a página dos alunos não era intuitiva e que deveriam existir formas mais simples de aceder, como o acesso pelas definições ou ao clicar num aluno na página de gestão de alunos. Sugeriram que a existência de gráficos era importante para complementar a vista de calendário e uma visão em tabela das métricas de uma turma seria importante para ter uma apreciação geral da turma sem ter que avaliar cada um dos alunos de forma individual na sua página.

Todas as restantes respostas às perguntas foram corretas e iguais para todos os participantes do teste.

Relativamente aos resultados do SUS obtivemos o seguinte:

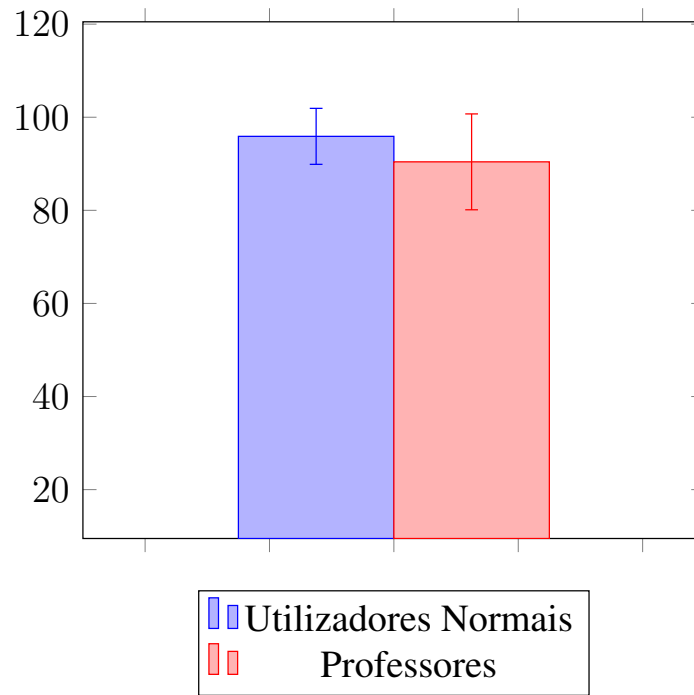


Figura 5.8: Comparação dos resultados do SUS para os utilizadores normais e professores

Ao aplicar o teste *Shapiro-Wilk* aos resultados relativos a esta variável, obtivemos os seguintes ρ :

<i>Grupo</i>	ρ
Normais	0.0007331
Professores	0.1989

Tabela 5.3: ρ da variável percentagem de respostas corretas por aluno

Para os professores temos um $\rho > 0.05$, logo podemos afirmar que os dados estão distribuídos normalmente. No caso dos utilizadores normais temos um $\rho < 0.05$, logo os dados não estão distribuídos de forma normal.

De forma a comparar estes dados e tendo em conta que a distribuição dos mesmos não é normal, aplicámos o teste *Mann-Whitney* e obtivemos um ρ de 0.323. Logo, como $\rho > 0.05$ podemos afirmar que não existe uma diferença estatística significativa entre os resultados.

Relativamente aos resultados do TAM obtivemos o seguinte:

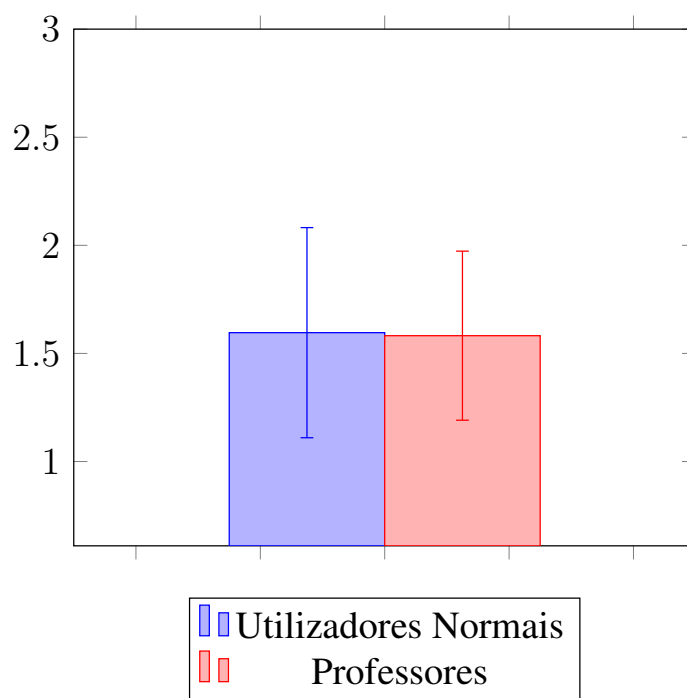


Figura 5.9: Comparação dos resultados do TAM para os utilizadores normais e professores

Ao aplicar o teste *Shapiro-Wilk* aos resultados relativos a esta variável, obtivemos os seguintes ρ :

<i>Grupo</i>	ρ
Normais	0.1177
Professores	0.6142

Tabela 5.4: ρ da variável percentagem de respostas corretas por aluno

Como temos um $\rho > 0.05$ para os utilizadores normais e professores, podemos afirmar que os dados estão distribuídos normalmente.

De forma a comparar estes dados e tendo em conta que a distribuição dos mesmos é normal, aplicámos o teste *T-Student* e obtivemos um ρ de 0.9467. Logo, como $\rho > 0.05$ podemos afirmar que não existe diferença estatística significativa entre os resultados.

5.3.3 Discussão

Ambos os grupos de utilizadores referiram que era importante ter uma legenda para complementar a vista de calendário e que o botão de criação de conta deveria ser maior de forma a facilitar a descoberta do mesmo por parte de novos utilizadores. Ambos os grupos referiram também que a navegação para a página de seleção dos mesmos não era intuitiva. Todos estes fatores têm elevada relevância para o bom funcionamento da plataforma e como tal consideramos que devem ser atendidos na próxima iteração da plataforma.

O grupo dos professores referiu que era interessante apresentar uma vista geral de uma turma em formato de tabela. Desta forma seria possível ter uma visão geral da evolução dos alunos de uma turma sem ter de avaliar cada um individualmente. Consideramos que esta sugestão é interessante e tem bastante utilidade para os professores. Como tal, sugerimos que se realizem sessões com vários professores de forma a idealizar a apresentação destes dados para que seja possível incluir esta funcionalidade numa versão futura da plataforma.

Ambos os grupos tiveram utilizadores que responderam de forma errada ao número de sessões realizadas pelo aluno João Pedro: 7.1% dos utilizadores normais e 16.7% para os professores. No entanto este valor é baixo e pouco relevante para os dois grupos. Para além disso, a resposta a uma pergunta similar para o aluno Francisco Silva obteve respostas corretas para todos os utilizadores dos dois grupos. Desta forma, consideramos que podemos explorar formas de tornar o botão de mostrar mais sessões mais evidente para mitigar este problema. Contudo, esta alteração tem pouca importância.

Na resposta relativa à evolução da semana da aluna Joana Rodrigues, as respostas foram dispares dentro de cada um dos grupos, mas com rácios semelhantes entre grupos. Estes resultados devem-se provavelmente à interpretação da pergunta e dos dados fornecidos pelo calendário. Os dois grupos sugeriram que deveriam ser introduzidos gráficos que complementem a vista de calendário de forma a fornecer uma melhor análise do desempenho dos alunos. Apesar desta funcionalidade já ter sido idealizada previamente e de considerarmos que é da maior importância para a análise dos dados disponibilizados na plataforma, não foi possível desenvolvê-la a tempo dos testes com utilizadores. Desta forma, consideramos que deve ser desenvolvida e introduzida na próxima iteração da plataforma.

Para além disso, a média dos SUS para os utilizadores normais e professores foi de 95.89 e 90.42, respetivamente. Tendo em conta que ambos os valores são superiores a 90, podemos afirmar que temos uma excelente usabilidade na solução. De forma semelhante, os resultados do TAM para os utilizadores normais e professores foi de 1.60 e 1.58, respetivamente (De realçar que a escala do TAM funciona de forma inversa ao SUS e quanto menor o valor, melhor). Estes valores representam uma excelente aceitação por parte dos utilizadores.

A semelhança entre os dois grupos de utilizadores nas respostas ao questionários levam-nos a deduzir que a interface desenvolvida funciona bem para os potenciais utilizadores da plataforma: encarregados de educação e professores.

5.4 Síntese

Neste Capítulo apresentamos as diversas fases de testes realizadas com utilizadores de forma a avaliar a solução LevelUP.

Numa primeira fase efetuámos testes preliminares ao jogo móvel que foram realizados

em duas iterações de forma informal com o objetivo de encontrar e corrigir eventuais *bugs* que surgiram aquando da interação dos utilizadores com o jogo.

Na segunda fase efetuámos testes ao jogo móvel e ao *backoffice* que seguiram guiões bem delineados com o objetivo de recolher dados relativos à utilização das soluções. Com os dados recolhidos realizámos análises comparativas a ambas as soluções com base nos grupos de participantes.

Verificámos que para o jogo móvel, os alunos de primeiro ano são mais rápidos a realizar os desafios e apresentam melhores resultados relativamente aos alunos de pré-primária. Especulamos que estes resultados sejam devidos à proficiência matemática que o primeiro ano de escolaridade lhes transmitiu.

No que diz respeito ao *backoffice*, os resultados foram semelhantes para os utilizadores normais e professores o que nos leva a deduzir que a interface desenvolvida funciona bem para os potenciais utilizadores da plataforma: encarregados de educação e professores.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo apresentamos as conclusões finais, assim como as contribuições e limitações do mesmo. Descrevemos também o processo de desenvolvimento da plataforma LevelUP juntamente com uma apresentação de potenciais ramificações futuras deste projeto.

6.1 Sumário da Dissertação

Neste trabalho desenvolvemos a plataforma LevelUP, uma plataforma destinada ao ensino de matemática a crianças de pré-primária e primeiro ano. Esta plataforma é composta por duas vertentes: um jogo móvel destinado a crianças e um *backoffice* para visualização e análise de métricas de jogo destinado a encarregados de educação e professores.

No Capítulo 2 descrevemos dois tipos de soluções: aplicações para aprendizagem (de matemática e línguas) e jogos para aprendizagem de matemática. Após a descrição destas soluções, comparámos as mesmas e percebemos que, de uma maneira geral, os jogos apresentam maior abstração educativa do que as aplicações. Para além disso, verificámos que não existem jogos que forneçam uma análise de desempenho da prestação do utilizador. Estes dois factos levaram-nos a decidir que iríamos desenvolver um jogo móvel para ensino de matemática destinado a crianças e uma plataforma de *backoffice* para visualização e análise de métricas destinado a encarregados de educação e professores.

No Capítulo 3 apresentamos o conceito de *number bonds* que sustenta o jogo móvel. Para além disso, descrevemos também as quatro iterações de *mockups* gráficos que levaram ao protótipo final.

No Capítulo 4 descrevemos a plataforma LevelUP: jogo móvel e *backoffice*. Apresentamos a arquitetura lógica e técnica da plataforma e explicamos detalhadamente o propósito dos vários componentes utilizados no jogo e no *backoffice*.

No Capítulo 5 apresentamos os resultados da interação da solução com utilizadores. Para o jogo móvel realizámos dois tipos de testes. Os testes preliminares informais realizaram-se em duas iterações e o seu objetivo foi refinar a solução e corrigir eventuais bugs. Os testes finais foram realizados de uma forma formal e seguiram um guião bem

estabelecido. O seu objetivo foi recolher indicadores que nos permitissem comparar as duas turmas e avaliar a solução de uma forma mais analítica. Para o *backoffice* realizámos testes finais cujo objetivo foi também a recolha de métricas para efeito de avaliação da solução final.

6.2 Contribuições e Limitações

No final desta dissertação, temos uma plataforma inovadora para o ensino de matemática a crianças de pré-primária e primeiro ano de escolaridade. Esta plataforma é composta por um jogo móvel para aprendizagem destinado a crianças e um *backoffice* para visualização e análise de métricas relativas às sessões de jogo dos educandos. Esta solução integra bem a componente tecnológica com o ensino de uma forma subtil, o que se traduz numa maior vontade de utilizar a solução por parte das crianças. O maior tempo de utilização da solução está diretamente ligado ao número de desafios apresentados pela mesma. Desta forma conseguimos com sucesso aumentar de uma forma dinâmica a exposição das crianças a conteúdo educativo. Para além disso, o *backoffice* foi desenvolvido de forma genérica, de forma a que seja possível adaptar o mesmo a novos jogos e a adicionar facilmente novas métricas de análise de desempenho. A solução desenvolvida: LevelUP, enquadra-se bem com os requisitos que definimos inicialmente para este trabalho.

No entanto, a plataforma LevelUP apresenta algumas limitações. Neste momento o jogo móvel só suporta adições até dez. O desempenho gráfico no jogo não é o ideal em dispositivos mais antigos, o que compromete a experiência de utilização. Este problema deve-se provavelmente à *framework* escolhida para o desenvolvimento do jogo. De forma a resolver este problema, poderíamos explorar outras *frameworks* que funcionem de forma nativa de forma a melhorar o desempenho. No que diz respeito ao *backoffice*, os alunos têm de ser adicionados um a um, o que compromete a experiência de utilização dos professores que têm de passar por uma tarefa repetitiva para inserir uma turma na plataforma. Este problema pode ser resolvido criando um mecanismo de importação em bloco, como por exemplo a importação através de um ficheiro CSV (*Comma Separated Value*).

6.3 Trabalho Futuro

Para trabalho futuro é importante introduzir novos componentes que acrescentem valor à solução como gráficos que complementem a vista de calendário de forma a facilitar a avaliação dos alunos e uma tabela para os professores que permita ter uma visão geral de uma turma sem ser necessário aceder à página de cada um dos alunos. Precisamos também de acrescentar ainda mais valor à integração entre o jogo móvel e o *backoffice*. Uma das formas que pensámos atender a esta necessidade foi implementar um mecanismo de personalização de dificuldade do jogo por aluno através do *backoffice*. Esta é uma

funcionalidade que já estava pensada desde a comparação das soluções no Capítulo 2, o que levou à introdução da coluna "Adaptação" na discussão do trabalho relacionado. Esta funcionalidade poderá trazer grande valor para a solução na medida que seria possível criar uma curva de aprendizagem dinâmica e personalizada ao desempenho de cada um dos alunos.

No que diz respeito ao jogo móvel, é importante introduzir tutoriais em vídeo que expliquem como utilizar o jogo. Desta forma, seria possível minimizar a necessidade de um adulto numa fase inicial. Para além disso, consideramos que deve ser adicionado áudio na jogabilidade de forma a criar um ambiente de jogo ainda mais cativante para as crianças.

De uma forma mais genérica, consideramos que este tipo de solução deve ser explorado em mais disciplinas e que se devem criar novas formas de interação com os utilizadores que introduzam abstração educativa de formas inovadoras.

Apêndice A

Questionário dos Testes Finais ao *Backoffice*

Testes Finais – Backoffice LevelUP

Estes testes têm como objetivo a recolha de informação sobre uma plataforma para monitorizar o desempenho dos alunos enquanto utilizadores de um jogo para aprendizagem.

1. Idade

2. Sexo

Mark only one oval.

- ☐ M
☐ F

3. Conhecimento de TIC's

Tick all that apply.

- ☐ Email
☐ Word
☐ Excel
☐ Facebook

4. Nível de ensino em que ensina

Mark only one oval.

- ☐ Nenhum
☐ Pré-primária
☐ 1º Ano
☐ 2º Ano
☐ Outro

Cenário

Supondo que é um(a) professor(a) que está a aceder ao Backoffice da plataforma LevelUP na segunda-feira (25/06/18) e que pretende avaliar a utilização dos alunos do jogo LevelUP na semana de 18/06/18 a 25/06/18. Suponha ainda que o jogo LevelUP é um recurso extra de apoio à aprendizagem e que em certos casos pode ser utilizado em vez de fichas ou cadernos de exercícios.

Aceda a <http://localhost:3000/> e registe-se.

Associe os seguintes estudantes:

Nome: João Pedro
NIF: 111111111

Nome: Francisco Silva
NIF: 222222222

Nome: Joana Rodrigues
NIF: 333333333

Considerando o estudante João Pedro:

5. Quantas sessões foram realizadas no dia 20/06/18?

Relativamente às sessões de dia 20/06/18:

6. Quantas tiveram aproveitamento positivo ($\geq 75\%$)?

7. Quantas tiveram aproveitamento suficiente ($\geq 50\%$ e $< 75\%$)?

8. E quantas tiveram aproveitamento negativo ($< 50\%$)?

9. O aluno utilizou o jogo no fim de semana?

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

10. Como avalia a evolução da semana?

Mark only one oval.

- ☐ Positiva
☐ Neutra
☐ Negativa

Considerando o estudante Francisco Silva:

11. Quantas sessões foram realizadas no dia 22/06/18?

Relativamente às sessões de dia 22/06/18:

12. Quantas tiveram aproveitamento positivo ($\geq 75\%$)?

13. Quantas tiveram aproveitamento suficiente
($\geq 50\%$ e $< 75\%$)?

14. E quantas tiveram aproveitamento negativo
($< 50\%$)?

15. O aluno utilizou o jogo no fim de semana?

Mark only one oval.

- ☐ Sim
☐ Não

16. Como avalia a evolução da semana?

Mark only one oval.

- ☐ Positiva
☐ Neutra
☐ Negativa

Considerando a estudante Joana Rodrigues:

17. Quantas sessões realizou na semana de
18/06/18 a 25/06/18?

18. Como avalia a evolução da semana?

Mark only one oval.

- ☐ Positiva
☐ Neutra
☐ Negativa

Tendo em conta as tarefas que realizou, responda às seguintes questões sendo que 1=Provável e 7=Pouco Provável:

19. Utilizar esta solução no meu trabalho iria permitir que concluísse as minhas tarefas mais rapidamente.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Provável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco Provável

20. Utilizar esta solução iria melhorar a minha performance no trabalho.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Provável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco Provável

21. Utilizar esta solução no meu trabalho iria aumentar a minha produtividade.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Provável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco Provável

22. Utilizar esta solução iria aumentar a minha eficácia no trabalho.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Provável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco Provável

23. Utilizar esta solução iria facilitar o meu trabalho.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Provável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco Provável

24. Considero que esta solução seria útil no meu trabalho.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Provável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco Provável

Tendo em conta as tarefas que realizou, responda às seguintes questões sendo que 1=Discordo Completamente e 5=Concordo Completamente:

25. Penso que gostaria de utilizar esta solução frequentemente.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

26. Considero que a solução é desnecessariamente complexa.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

27. Penso que o sistema foi fácil de utilizar.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

28. Penso que iria necessitar do suporte de um técnico de forma a utilizar a solução.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

29. Considero que as várias funcionalidades da solução estão bem integradas.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

30. Penso que existe demasiadas inconsistências na solução.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

31. Imagino que a maioria das pessoas iriam aprender a utilizar esta solução muito rapidamente.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

32. Considero que a solução é de difícil utilização.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

33. Senti-me confiante na utilização da solução.*Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

34. **Precisei de aprender muitas coisas antes de conseguir utilizar a solução.**
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Completamente

35. **Sugestões/Comentários:**

Bibliografia

- [1] AIMQ: A methodology for information quality assessment. *Information and Management*, 40(2):133–146, 2002.
- [2] John Brooke. "SUS-A quick and dirty usability scale." *Usability evaluation in industry*. CRC Press, June 1996. ISBN: 9780748404605.
- [3] Fred D Davis. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International journal of man-machine studies*, 38(3):475–487, 1993.
- [4] Jan Derboven, Bieke Zaman, David Geerts, and Dirk De Grooff. Playing educational math games at home: The Monkey Tales case. *Entertainment Computing*, 16:1–14, 2016.
- [5] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, pages 9–15. ACM, 2011.
- [6] Gabriela Bohlmann Duarte, Lucía Silveira Alda, and Vilson José Leffa. Gamificação e o feedback corretivo: considerações sobre a aprendizagem de línguas estrangeiras pelo duolingo. *Raído*, 10(23):114–128, 2017.
- [7] JP Gee. Good video game and good learning. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9):1689–1699, 2013.
- [8] Juho Hamari, Jonna Koivisto, and Harri Sarsa. Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 3025–3034, 2014.
- [9] Elwin Lee, Xiyuan Liu, and Xun Zhang. Xdigit: An arithmetic kinect game to enhance math learning experiences. *Retrieved February*, 14:2013, 2012.
- [10] Aleksandra Łuczak. Using Memrise in legal English teaching. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 49(1):141–152, 2017.

- [11] Aniket Nagle, Peter Wolf, Robert Riener, and Domen Novak. The Use of Player-centered Positive Reinforcement to Schedule In-game Rewards Increases Enjoyment and Performance in a Serious Game. *International Journal of Serious Games*, 1(4):2384–8766, 2014.
- [12] Marc Prensky. Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5):1–6, 2001.
- [13] Michelle M Riconscente. Results From a Controlled Study of the iPad Fractions Game Motion Math. *Games and Culture*, 8(4):186–214, 2013.
- [14] Hung-Hsi Wu. Fractions, decimals, and rational numbers. *Retrieved August, 20:2008*, 2008.

